த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—470

தாவரவியல் வரலாறு

ஆசிரியர்
கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன், எம். ஏ.,
பேராசிரியர், தாவரவியல் துறை,
பெரியார் ஈ. வெ. ரா. கல்லூரி,
திருச்சி



தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—470

தாவரவியல் வரலாறு

ஆசிரியர்
கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன், எம்.எ.,
பேராசிரியர், தாவரவியல் துறை,
பெரியார் ஈ. வெ. ரா. கல்லூரி,
திருச்சி



தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—July, 1973

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 470

HISTORY OF BOTANY

K. R. BALACHANDRAGANESAN

Price Rs. 12-85

'Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi'.

Printed by :
MANI PRINTERS,
7, Muthial Naicken Street,
Madras-7.

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக் கல்வி-உள்ளாட்சித்துறை அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதின்மூன் றாண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்றுவந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக் கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.) 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப் படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரண மாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மனநிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்றுவருகிறது. இவ் வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாண வர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சி யைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல வேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'தாவரவியல் வரலாறு' என்ற இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 470 ஆவது வெளி யீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 505 நூல்கள் வெளிவந் துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச் சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம்கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

பொருளடக்கம்

பக்கம்

பக்கம்

பக்கம்

பக்கம்

1. தோற்றுவாய்

உலகின் பல பகுதிகளிலும் பல வகையான தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன; இவ்வுலகில் மனிதன் தோன்றுவதற்கு முன்பே தாவரங்கள் தோன்றி வளர்ச்சியுற்றிருந்தன. மனிதன் தோன்றிய வுடன் அவன் தேவைகளுக்கு எவ்வாறு தாவரங்களை நம்பி வாழ்ந் தான் என்பது 'தாவரங்களும் மனிதனும்' என்ற முதல் அத்தியா யத்தில் கூறப்படுகிறது. மனிதன் தாவரங்களைப்பற்றிக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக அறிந்துகொண்டபின் அவன் அறிவு நிலைகள் எவ் வாறு முன்னேற்றம் பெறுகின்றன என்பது 'அறிவியல் வளர்ச்சியின் நிலைகள்' என்ற தலைப்பின்கீழே கூறப்படுகிறது. பிறகு உலக நாடுகள் பலவற்றினும் தொன்மை மிக்க நாகரிகம் பெற்ற மனித இனத்தவரான ஹிப்ருக்கள் (Hebrews), அமெரிக்க இந்தியர்கள் (West Indians), கிரேக்க உரோமானியர்கள் (Greek Romanians), எகிப்தியர்கள் (Egyptians), இந்தியர்கள், குறிப்பாகத் தமிழர்கள் தம் வாழ்வில் தாவரங்கள் எத்தகைய இடத்தைப் பெற்றிருந்தன என்பது 'பன்னாட்டு மக்களிடையே தாவரங்களைப் பற்றிய அறிவு' என்ற தலைப்பின்கீழ் விவரிக்கப்படுகிறது. இந் நாடுகளில் வாழ்ந்த அந் நாளைய மக்களுக்கு இன்று அறிவியல் முன்னேற்றம் பெற்ற தாவரவியல் அறிவு இருந்தது என்று கூற முடியாது. இருப்பினும், அந்நாளைய மக்கள் தம் பயன்களுக்காகப் பல தாவரங்களைப்பற்றி அறிந்திருந்தனர் என்பது மறுக்க முடியாத உண்மை. தமிழர் வாழ்வில் தாவரங்கள் எத்தகைய இடத்தைப் பெற்றிருந்தன என்பதை நூலின் தலைப்பையும் சுருக்கத்தினையும் கருதி, சிறப்பான சில செய்திகளை மேலே கூறிய தலைப்பின்கீழ் சொல்லப்படுகிறது.

வளர் இளங்காலத்தில் (The nascent period), பிற்போக்குக் காலத்தில் (The retrogressive period), மறு மலர்ச்சிக் காலத்தில் (The renascent period) 17, 18ஆம் நூற்றாண்டுகளில் தாவரங் களைப்பற்றிய அறிவு எவ்வாறு வளர்ந்தது என்பதை 6, 7, 8 அத்தியாயங்களில் சொல்லப்படுகிறது. பல நாடுகளில் மனிதனின்

முயற்சியினால் உண்டாக்கப்பட்ட பூந்தோட்டங்கள் தாவர வியலுக்கு எவ்வாறு துணை புரிந்தன என்பதை 9ஆம் அத்தியாயத்தில் காணலாம்.

தாவரவியலில் உள்ள பல துணையியல்களின் வரலாற்றிற்குரிய ஆதார நூல்களில் 19ஆம் நூற்றாண்டு வரையுள்ள வரலாறுகள் கூறப்பட்டுள்ளன. எனவே, இத் துணையியல்களான வகைபாட்டியல் (Taxonomy), உயிரி வகைபாட்டியல் (Bio-systematics), எண்ணியலான வகைபாட்டியல் (Numerical Taxonomy), வேதி வகைபாட்டியல் வரலாறு (Chaemo Taxonomy) பற்றியும் 10-வது அத்தியாயத்திலும், அமைப்பியல் (Morphology), கருவியல் (Embryology), பூஞ்சையியல் (Mycology), தாவர நோயியல் (Plant Pathology), பாக்டீரியாவியல் (Bacteriology), வைரஸ் இயல் (Virology), செல்லியல் (Cytology) வரலாறுகள் பற்றி முறையே 11 முதல் 19 அத்தியாயங்களில் காணலாம். பரிணாமத்தின் வரலாறு (History of Evolution) 22-வது அத்தியாயத்திலும், மரபியல் வரலாறு (History of Genetics) 23-வது அத்தியாயத்திலும் கூறப்பட்டுள்ளன.

19ஆம் நூற்றாண்டிற்குப் பிறகு தாவரவியலின் துணையியல்களின் வளர்ச்சியில் ஏற்பட்டுள்ள சிறந்த கண்டுபிடிப்புகளே கூறப்பட்டுள்ளன. வளர்ச்சியின் முன்னேற்ற நிலையே பிறகு வரலாறு எனப்படும். எனவே, வரலாறு என்பதில் வளர்ச்சியும் அடங்கியுள்ளது; வளர்ச்சியின்றேல் வரலாறு இல்லை. எனவே, கருவியலில் 20ஆம் நூற்றாண்டில் சிறந்த வளர்ச்சியெனக் கருதப்படும் சோதனைமுறைக் கருவியல் (Experimental Embryology) பற்றி 14-வது அத்தியாயத்திலும், வகைபாட்டியலில் 20ஆம் நூற்றாண்டில் ஏற்பட்ட வளர்ச்சியான உயிரி வகைபாட்டியல் (Bio-systematics), எண்ணியலான வகைபாட்டியல் (Numerical Taxonomy), வேதி வகைபாட்டியல் (Chaemo Taxonomy) பற்றி முறையே 14, 10ஆம் அத்தியாயங்களில் சொல்லப்பட்டுள்ளன.

20 ஆம் நூற்றாண்டில் இணையிலா முன்னேற்றமும் வளர்ச்சியும் பெற்ற மூலக்கூற்று உயிரியலைப் பற்றி (Molecular Biology) 20ஆம் அத்தியாயத்திலும், தாவரச் செயலியலில் (Plant Physiology) இந்த நூற்றாண்டில் ஏற்பட்ட வளர்ச்சி நிலைகள் பற்றி 21ஆம் அத்தியாயத்திலும், மரபியலில் இந் நூற்றாண்டில் உருவாகிய புதிய துணையியல்களான செயலியல் மரபியல் (Physiological Genetics), மூலக்கூற்று மரபியல் (Molecular Genetics) ஆகியவற்றின் சில சிறந்த ஆய்வுகள்பற்றி 23ஆம் அத்தியாயத்திலும் கூறப்பட்டுள்ளன.

இத்துணை கூறியும், 'தாவரவியல் வரலாறு முழுதும் ஒன்று விடாமல் எழுதப்பட்ட முழுமையான நூல்' என்று இதைக் கூறிவிட முடியாது. உலகெங்கிலும் உள்ள எண்ணிறைந்த நாடுகளில் நடைபெறும் ஆய்வுகளும், கண்டுபிடிப்புகளும் நாள்தோறும் பெருகி வருகின்றன. அவை யாவும் இந் நூலில் இடம் பெற்றுள்ளன என்று கூற இயலாது. எனவே, சிறப்பான வரலாற்று முக்கியத்துவம் வாய்ந்த சில கருத்துகளும், தாவரவியல் வளர்ச்சிக்குத் துணை புரியும் கண்டுபிடிப்புகளுமே இந் நூலில் கூறப்பட்டுள்ளன.

தாவரவியல் அறிவு நாள்தோறும் வளர்ந்துகொண்டே செல்கின்றது. மனிதனது பகுத்தறிவு, எண்ணும் திறன், ஆய்ந்தறிய வேண்டும் என்ற அவா, உண்மைகளைக் கண்டு பிடிக்க வேண்டும் என்ற அவனுள் உண்டாகும் உள்ளார்ந்த உந்தும் அறிவு உணர்வு, உறுதியான ஆற்றல் முதலியவை குன்றாமல் குறையாமல் இருக்கும் வரை காலந்தோறும் நாள்தோறும் புதிய கண்டுபிடிப்புகளும், கருத்துகளும் தோன்றிக்கொண்டேதான் இருக்கும். எனவே, தாவரவியல் வரலாறு என்ற நூல்தான் இங்கு முடிவுறுகிறதே தவிர, மனிதனது எண்ணத்திற்கு, அறிவிற்குக் கங்கு கரையில்லை; எல்லையில்லை; முடிவில்லை......எனவே, அவை மனிதனது ஊனும் உயிரும், அறிவும் உணர்வும் உள்ளவரை தாவரவியல் வளர்ச்சியும் வரலாறும் முடிவடையாமல் தொடர்ந்துகொண்டே செல்லும்...

2. தாவரங்களும் மனிதனும்

உலகம் தோன்றி, அதில் உயிரினங்கள் தோன்றி, ஒன்று பல வாகிப் பெருகிச் சிறந்து, பெரிய மரங்களாகவும், விலங்கு களாகவும் மாறியது உலக மகா வரலாற்றில் ஒரு மிகச் சிறந்த அத்தியாயம் என்பதில் ஐயமில்லை. ஐந்தறிவுள்ள விலங்கு களிடையே காலப்போக்கில் ஆறறிவுடைய மனிதன் தோன்றியது விந்தையிலும் விந்தையே. மனிதன் ஏன் தோன்றினன் ? விலங்கு களின் பரிணமைப் போக்கின் முன்னேற்றப் பாதையில், தவிர்க்க முடியாத ஒரு கட்டத்தில் சிக்கலான அமைப்புப் பெற்றவனாக மனிதன் தோன்றுகிறான். இயற்கைச் சூழல்களான ஓடும் நதியும், பாடும் அருவியும், குன்றமும் குளமும், மரமும் செடியும், கொடியும் மலரும் அவனைச் சுற்றிலும் இருந்தன. இத்தகைய காலக் கட்டத்தில் தோன்றிய மனிதன், ஏனைய விலங்குகளிலிருந்து மாறு பட்டவன், சிறந்தவன், மேலானவன் என்பதையெல்லாம் உணர வில்லை. இக் காரணத்தினால் அவன் 'விலங்கு மனிதன்' என்று வழங்கப்பட்டான். நாற்கால் விலங்குகளையொத்த நிலையி லிருந்து முன்னங்கால்களை ஒரு விதத் தொழிலுக்கும், பின்னங் கால்களை மற்றொரு விதத் தொழிலுக்கும் பயன்படுத்தியது ஒரு விதப் பரிணாம முன்னேற்றம் ஆகும். முன்னிருக்கும் உறுப்புகள் உணவை எடுக்கவும், உண்ணவும், சில சமயங்களில் பாதுகாப்பிற் காகவும், சண்டையிடுவதற்கும் பயன்பட்டன. பின்னிருக்கும் கால்கள் நடப்பதற்கும், ஓடுவதற்கும், மரங்களில் ஏறுவதற்கும் பயன்படுத்தப்பட்டன. இப்போது விலங்காக, குறுக்காக இருந்த மனிதன் நேராக நிமிர்ந்து நிற்கிறான். இதுவே மனிதன் என்ற சொல்லாக இவனை நிமிர்ந்து நிற்கச் செய்கிறது. இப்பொழுதும் இவன் விலங்குகளிலிருந்து அடியோடு மாறிவிடவில்லை. இவனது கைகால்கள் முதலிய உடலுறுப்புகள் அனைத்திலும் உரோமங்கள் நிறைந்து காணப்படுகின்றன. அவன் இயற்கையோடு, இயற்கையின் புறக்கோடியான சூழலில் (Extreme environmental

conditions) கோடையின் வெப்பத்துடனும், மழையின் குளிருடனும் ஒன்றி இயைந்து வாழ, அவனுக்கு இயற்கையாக அமைந்த பாதுகாப்பாக உரோமக்கட்டுக் காணப்பட்டது.

பரிணாமச்சூழலில் உண்டாகிய மனிதன், நிமிர்ந்த மனிதன், உயர்ந்த மனிதன்; பசி என்னும் உணர்ச்சியினால் தூண்டப் பெற்று உணவைத் தேடுகிறான். அவன் உலகில் வாழ உண்ண வேண்டியது அவசியமாகிறது. அவன் மனிதனாவதற்கு முன்பே சில காய்களை, கனிகளை, கிழங்குகளை அவன் முன்னோர்கள் உண்ட வழியாக உண்ணத் தொடங்குகிறான். அவன் உணவாக உட்கொள்ளும் பொருள்களைச் சிறிது சிறிதாக நினைவில் வைத்துக்கொள்ளுகிறான்; கோடையில் கிடைக்கும் கனிகள் என்றும், குளிர்காலத்தில் கிடைக்கும் கிழங்குகள் என்றும், மழைக்காலத்தில் கிடைக்கும் காய்கள் என்றும் நினைவில் நிறுத்திக்கொள்ள ஆரம்பிக்கிறான்; அவற்றை அடையாளம் கண்டுகொள்ளுகிறான். எப்படி? அவன் உண்ணும் உணவுப் பொருள்களின் சுவையைக்கொண்டு அவற்றின் நிறத்தையும், உருவத்தையும் நினைவில் வைத்துக்கொள்ளுகிறான்; அவை கிடைக்கும் இடங்களையும் நினைவில் வைத்துக்கொள்கிறான். இச் செயல்கள் யாவும் தங்குதடையின்றி, ஒரே நாளில் ஒரே சமயத்தில் அவனது புலனறிவிற்கு எட்டியது என்று கூற முடியாது. இச் செயல்களில் பல படிகள், பல நிலைகள், பல தவறுகள் நிகழ்ந்து, காலப்போக்கில் அவை சிறந்து சீர்பட்டிருக்க வேண்டும்.

காலையிளம்பரிதியின் தூண்டுதலால் அன்று வாழ்ந்த முதல் மனிதன், தன் வாழ்வின் வேலைகளை ஆரம்பிக்கிறான். பின்னர், அவன் உணவை நாடி அலைகிறான்; அலைந்து தேடிய உணவினை உண்ணுகிறான்; பின்னர் நீருக்காக அலைந்து நீரைப் பருகுகிறான். அப்பொழுது அவன் உடலில் ஒரு நிறைவுணர்வு ஏற்படுகிறது. ஆனால் அது மகிழ்ச்சியா, துன்பமா என்று அவனால் அறிந்து கொள்ள முடியவில்லை. மாலை மஞ்சள் வெய்யிலுடன் கதிரவன் மறையும்போது, அவனும் தன் அலைச்சல்களுக்கு முற்றுப்புள்ளி வைக்கும் விதமாக எங்கேயாவது ஒதுங்குகிறான்; ஓய்வெடுக்க வேண்டும் என்ற உணர்ச்சியினால் உந்தப்படுகிறான். அப்பொழுதும் அவன் படுக்க வேண்டும் என்று எண்ணுவதில்லை. அவன் அலைந்த அலைச்சல்களுக்கு இயற்கை அவனுக்குக் கட்டாயமாகத் தூக்கமெனும் ஓய்வினை அளிக்கிறது. கங்குல் மறைந்து கதிரோன் எழ, அவனும் எழுந்திருக்கிறான்; உடலின் அயர்வு நீங்கிப் புத்துணர்ச்சி பெற்றவனாய், மீண்டும் தன் வேலைகளை ஆரம்பிக்கிறான். இவைதாம் அன்று கண்ட உணர்வுகள் மட்டும் மேலோங்க வாழ்ந்து வந்த விலங்கு மனிதனின் ஒருநாள் வாழ்வில் நடைபெற்ற வாழ்க்கைச் செயல்கள்.

இவ்விதமாக வாழ்ந்த மனிதன் இயற்கையின் சூழ்நிலைகளான கடும் மழைக்கும், வெப்பத்திற்கும், பனிக்கும், குளிருக்கும், இடிக்கும், மின்னலுக்கும் பாதுகாப்பாக இருக்கும்பொருட்டு ஏதோவொரு நிலையில் ஒதுங்கியிருக்க ஓர் இடம் தேடுகிறான். அவன் அதற்காகவும் ஓடி அலைந்து தேட வேண்டியிருந்தது. அவன் ஒதுங்க நினைத்தது பெரிய மரத்தின் அடிப்பகுதியாக இருக்கலாம்; பாறைகளின் இடைவெளியாக இருக்கலாம்; அல்லது குகையாக இருக்கலாம்.

இங்ஙனம் தோன்றிய விலங்கு மனிதனை அந் நாளில் அவனுக்குச் சிறிது காலம் வரை உற்ற உறவினராக இருந்த விலங்குகள், அவனைப் பொருட்படுத்தவில்லை. இந்த விலங்கு மனிதன் நாள்தோறும், ஆண்டுதோறும் அவ் விலங்குகளினின்றும் விலகி, அவற்றுக்கு அப்பால் போய்க்கொண்டே இருக்கிறான். காலம் என்ற இடைவெளி நீண்டுகொண்டே போகும்போது விலங்கு மனிதனுக்கும், விலங்குகளுக்கும் இருந்த இடைவெளி நீண்டுகொண்டே செல்கிறது. அவனுக்கும் விலங்குகளுக்கும் இடையே இருந்த உறவு முறையின் நெருக்கம் காலப்போக்கில் குறைந்துகொண்டே வருகிறது. கால இடைவெளியில் மற்ற விலங்குகளிலிருந்து தன் பகுத்தறிவினால் மாறினான், அல்லது அவன் வாழ்ந்த சூழ்நிலை அவனை மாற்றியதா என்பது ஆய்விற்குரிய பொருளாகும். எவ்விதமாயினும், அவன் மாறினான் அல்லது மாற்றப்பட்டான்; மனிதன் ஆனான். அவனிடமிருந்த விலங்குத் தன்மை மறைய மறைய, கொஞ்சம் கொஞ்சமாக அவன் விலங்குகளிலிருந்து விலகி ஒரு புதிய சகாப்தத்தை, சமுதாயத்தை, நாகரிகத்தை, பண்பாட்டை இன்னும் அவனுக்குத் தெரியாத—விளங்காத—ஒரு புதிய உலகத்தை நோக்கி அவன் முன்னேறிக்கொண்டே இருக்கிறான். அவன் முன்னேறுவதற்கு முன் அவன் அனுபவித்த தொல்லைகள், அவன் அடைந்த இன்னல்கள், இடர்ப்பாடுகள், தயக்கங்கள், தடைகள், தடுமாற்றங்கள் ஆகியவற்றையெல்லாம் தன் அறிவால், ஆற்றலால் மெல்ல மெல்லக் கடந்து, அங்ஙனம் கடக்கும் நிலையில் பல தொல்லைகளையும் தோல்விகளையும் அடைந்த போதிலும் அவற்றைக் கருதாது பொருட்படுத்தாது, முன்னேற்றப் பாதையை நோக்கிச் செல்லுகிறான். அவனை அறியாத ஓர் ஆற்றலால் அவன் உந்தப்படுவதால், அவன் முன்பின் அறியாத ஒரு புதிய பாதையில் அடியெடுத்து வைத்துப் பயணம் செய்ய ஆரம்பிக்கிறான். அப்பொழுது அவன் கண்ட காட்சிகள், கொண்ட கோலங்கள், அனுபவித்த உணர்ச்சிகள் முதலியவற்றை எடுத்துரைக்கத் தகுந்த அறிவுத்திறன் அவனுக்கு இல்லை. அவற்றை விளக்க

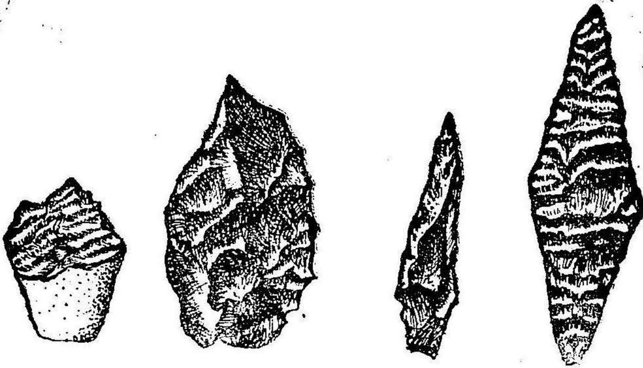
யாரும் இல்லை; எந்த வரலாறும் இல்லை; எந்தவோர் இலக்கியமும் இல்லை; சுருங்கக்கூறின், அவை ஏட்டில் எழுத முடியாத இலக்கியம்; கோடிட்டுக் காட்ட முடியாத காவியம். உணர்ச்சிகளின் உந்தல்கள் மோதிச் சிதறிப் பரவி, ஒழுங்காக உருவெடுத்து எண்ணமாகத் திகழ்ந்தபொழுது, உணரத் தெரிந்த நிலையில் இருந்த அவன் எண்ணத் தெரிந்தவனாகிறான். அன்று வாழ்ந்த விலங்கு மனிதன், என்று முதன்முதலாக எண்ணத் தொடங்கினானோ அன்றுமுதல் அவன் மற்ற விலங்குகளிலிருந்து வேறுபட்டவனாகி, உண்மையான மனிதனாகிறான்.

உண்ணுவதற்கான காய் கனி கிழங்குகளை என்று நினைவில் இருத்திக்கொள்கிறானோ, அன்று அவன் உணர்வுகளிலிருந்து எண்ணத் தொடங்குகிறான். நீர் எங்குக் கிடைக்கும் என்று நினைவில் நிறுத்தி, அந்த நீரினை நாடிப் போகும்போது அவன் எண்ணத் தொடங்குகிறான். கடும் வெப்பத்திற்கு மரத்தின் நிழலை நாடிப் போகும்போது அவன் எண்ணுகிறான். மழைக்கு ஒதுக்கிடம் நாடிப் போகும்போது அவன் எண்ணத் தொடங்குகிறான். மற்ற விலங்குகளிலிருந்து தன்னைக் காத்துக்கொள்ள ஓர் ஒதுக்கிடம் வேண்டும் என்று உணரும்போது அவன் எண்ணத் தொடங்குகிறான்.

முதலில் தோன்றிய மனிதன், தனக்கு ஏற்பட்ட பசியினால் தாவரங்களைத் தேடிச் சென்று அவற்றின் காய் கனி கிழங்குகளை உண்ணுகிறான். இந்த அளவில்தான் தாவரங்களுக்கும் அவனுக்கும் தொடர்பு இருந்தது. அந்த நிலையில் தாவரங்களின் பண்புகளைக் கண்டு ஆராய்ந்து, வகைபாடு செய்து, இனம் கண்டு கொள்ளும் தாவரவியலறிஞனாக அவன் ஆகி விடுவதில்லை; அவனது பசிப்பிணி தீர்க்க உதவும் கனிகளும் கிழங்குகளும் எந்தெந்தத் தாவரங்களில், எந்தெந்தக் காலங்களில் கிடைக்கும் என்றெல்லாம் சிறிது சிறிதாக அறிந்துகொள்ளுகிறான். அவற்றுள் தன் உடலுக்கு ஊறு செய்பவை, செய்யாதவை எனப் பகுத்துணரும் நிலைக்கு வந்தபொழுது அவன் பகுத்தறிவு வாதியாகிறான்.

இப்பொழுது அவன் விலங்குமனிதன் நிலையிலிருந்து மாறி மனிதனாகின்றான். அவன் உண்ணும் காய் கனி கிழங்குகளை இனம் கண்டுகொள்ளுபவன் ஆகிறான்; இயற்கையின் புறக்கொடியான நிலைகளுக்கு ஓர் ஒதுக்கிடம் தேடும் மனிதன் ஆகிறான்.

மரங்களிலிருந்தும் கொடிகளிலிருந்தும் காய்கனிகளைப் பறிக்க வேண்டும். நிலத்தைக் கிளறிக் கிழங்குகளை அகழ்ந்தெடுக்க வேண்டும். இச் செயல்களுக்கெல்லாம் அவனுக்கு உதவி, கருவிகள் என்ற வடிவில் தேவைப்பட்டது. அவனைச் சுற்றிலும் இயற்கை அளித்த செல்வம் குறைவின்றி எங்கும் காணப்படுகின்றது. அவற்றுள் சிலவற்றை உற்று நோக்கி அவற்றைப் பயன்படுத்த முடியுமா என்று பார்க்கிறான். அவ்வாறு அவன் தேடியவை, ஆராய்ந்தவை அவனைச் சுற்றிலும் காணப்பட்ட கற்களே. இக் கற்களைப் பயன்படுத்தித் தனக்கு வேண்டிய உணவுப் பொருள் களைத் தேடி உண்டு வந்தான்; தனக்குத் தேவையான விலங்குகளை வேட்டையாடிக் கொன்று தின்றான். இக் கற்களே அவனது முதல் தோழர்கள். இவற்றுள் சிலவற்றைத் தான் வாழ்ந்த இடத்தில் பத்திரப்படுத்தி வைத்துக்கொண்டான்; தனக்கு ஓய்வு கிடைக்கும்போதெல்லாம் அவ்விதமான கற்களைத் தேய்த்துக் கூருக்கிச் செப்பனிட்டுக்கொண்டான். இப்பொழுது அவை அவனுக்குத் தேவையான ஆயுதங்களாயின. இப்பொழுது அவன் 'கற்கால மனிதன்' (lithic man) ஆகிறான் அவனோடு



படம் 1. கற்கால மனிதனின் கருவிகள்

இப்பொழுது அவனுகச் செய்த கற்கள் 'கருவிகள்' என்று திருத்தம் பெற்று அவனிடம் இருந்தன. இவை அவன் தேடிக் கொண்ட, அவன் சேமித்து வைத்திருந்த இயற்கை அவனுக் களித்த நுண்ணறிவாம் பகுத்தறிவைப் பயன்படுத்தியதனால், உணர்வுகள் ஒழுங்கான எண்ணங்களாக உருப்பெற்றதனால் அடைந்த மிகப் பெரிய செல்வங்களாக அமைந்திருந்தன.

வேண்டும்போதெல்லாம் அவன் உண்ண வேண்டிய காய் கனி கிழங்குகளும், விலங்குகளும் கிடைக்கவில்லை. மற்றும்

அவற்றுக்காக அவன் அலைந்து தேட வேண்டியிருந்தது; இதற்காகச் சில பயன்தரும் தாவரங்களைத் தான் வாழும் இடத்திற்கு அருகே கொண்டு வந்து நட்டுப் பயிராக்குகிறான். இச் செயல் மனித நாகரிகத்தில் ஒரு புதுமை; ஒரு புரட்சிப் படைப்பு. அவனது வரலாற்று ஏட்டிலே வேளாண்மை (Agriculture) என்ற புதுமைக் காவியம் உண்டாயிற்று. அவன் கொண்டு வந்து வளர்த்த தாவரங்கள் பயிர்கள் எனவும், அவன் பேணி வளர்த்த செயல் பயிரிடுதல் எனவும் பெயர்கள் பெற்றன. அவன் காலப்போக்கில் அவற்றைப் பேணி வளர்க்கும் கலையை உணர்ந்த, தெரிந்த விவசாயி ஆகவும் ஆகிறான். கண்ட கண்ட இடங்களில் கனிகளை உண்ட மனிதனுக்கும், உண்ணும் உணவிற்கு உதவும் தாவரங்களைத் தேர்ந்தெடுத்துத் தான் வாழும் இடத்தருகே நட்டுப் பயிர் செய்த மனிதனுக்கும் இடையிலுள்ள கால இடைவெளி நீண்டது. இன்ன தாவரத்தின் கனி, இன்ன தாவரத்தின் கிழங்கு ஊறு செய்யாத உணவாகும் என்று உணர்ந்துகொள்ளப் பல்லாண்டுகள் கழிந்திருக்கும். அத் தாவரங்களை இனம் கண்டு, அவை முளைத்துள்ள இடங்களுக்குத் தேடிச் சென்று உண்ட மனிதன், அத் தாவரங்களிலிருந்து கிடைக்கும் கனிகள் தனக்குப் பசியுணர்ச்சி தோன்றியபோதெல்லாம், தான் வேண்டும்போதெல்லாம் கிடைக்க வேண்டும் என்று விரும்பினான்; முயன்றான். அம் முயற்சிகளின் விளைவே அவன் அத் தாவரங்களைத் தான் வாழும் இடத்தருகே கொண்டு வந்து பயிரிட்டுக்கொண்டது. இப்படியாக ஒவ்வொரு பயன்தரும் தாவரத்தையும் பயிரிட ஆரம்பித்தான். ஒவ்வொரு வேளாண்மைப் பயிரின் கண்டுபிடிப்பும் மனித வரலாற்றின் மிகப் பெரிய வெற்றிச்செயலாகும். அஃது அன்று வாழ்ந்த மனிதனின் முதல் கண்டுபிடிப்புகளாக ஆயின. இயற்கையாக வாழ்ந்திருந்த, வளர்ந்திருந்த தாவரங்கள் பயிரிடுதலால் பல மாறுதல்களை அடைந்தன. மனிதனின் தேவைக்கேற்ப, வாழ்விற்கேற்ப, தெரிந்தோ தெரியாமலோ, அப் பயிர்கள் பல மாறுதல்களைப் பெற்றன. மனிதன் தனக்கு வேண்டிய, தான் விரும்பிய சூழ்நிலையைத் தன் நன்மைக்காக உருவாக்கிக்கொள்ளுகிறான். நாளடைவில் தனக்குப் பயன்படக்கூடிய தாவரங்கள் எல்லாவற்றையும் பயிரிட்டுக்கொள்ளும்போது அவன் நாகரிகம் பெற்ற விவசாயி ஆகிறான்.

மனிதன் தான் வாழும் இயற்கைச் சூழலில் உள்ள மண், நிலம், நீர், விண்வெளி இவற்றுடன் நெருப்பு என்று ஒன்று இருப்பதைப் பின்னர் அறிந்துகொண்டான்; காடுகளில் இயற்கையாக ஏற்படும் நெருப்பைக் கண்டு முதலில் அஞ்சினான்; பின்னர் அந் நெருப்பில் இயற்கையாக விழும் காய்களும் கனி

களும் சுவையுடையவையாக இருப்பதைக் கண்டான். அவை உடலுக்கு ஊறு விளைவிக்காத வண்ணமும் இருந்தன. அதே போன்ற நெருப்பைத் தான் உண்டாக்க முடியுமா எனப் பல காலம் முயன்று, இறுதியில் நெருப்பை உண்டாக்கி வெற்றி பெறுகிறான்; சிக்கிமுக்கிச் சுற்களைத் தேய்த்து நெருப்பு உண்டாக்கக் கற்றுக்கொண்ட பின், நெருப்பின் பயன் தெரிந்த நாகரிக மனிதனாகிறான்.

மனிதன் தன் இனம் பெருகப் பெருகக் கூட்டமாக வசிக்க ஆரம்பித்தான். தனி மனிதன் சமுதாயத்தின் ஓர் உறுப்பினனாக வாழ்வது சமுதாயப் பரிணமத்தில் ஒரு முன்னேற்றமாகும். அங்ஙனம் கூட்டமாகக் கூடிவாழும் சமுதாயத்தில் சிலருக்குப் பிணி ஏற்பட்டது. அவன் உணவிற்காக அலையும்போதும், விலங்குகளை எதிர்த்துப் போரிடும்போதும் அவன் உடலில் பல காயங்கள் ஏற்பட்டன. அக் காயங்களைக் குணப்படுத்துவதற்காகவும், அவன் அவனைச் சுற்றிலும் காணப்பட்ட தாவரங்களின் உதவியையே நாடுகிறான்; ஏதோ சில பச்சிலைகளை முயன்று, இறுதியாகச் சில பச்சிலைகள் காயங்களைக் குணப்படுத்தும் ஆற்றல் பெற்றவை என்று அறிந்துகொள்ளுகிறான்; அவனுக்கு ஏற்பட்ட பிணிகளுக்கும் தாவரங்களில் சிலவற்றை உட்கொண்டான்; பல முயற்சிகளுக்குப்பின் பல தோல்விகள், தவறுகளுக்குப்பின், இன்ன பிணிக்கு இன்ன தாவரம் மருந்தாக அமையும் எனக் கண்டு பிடிக்கிறான். இச் சமயத்தில் அவன் தன்னைப்பற்றியும், தன் உறுப்புகளைப் பற்றியும் ஒருவாறு தெரிந்துகொள்ளுகிறான்; முதலில் நாக்கில் பிணி என்றால் நாக்குப் போன்ற உருவ அமைப்புடைய தாவரங்களையோ, தாவர உறுப்புகளையோ உட்கொள்ளுகிறான்; பல சோதனைகளுக்குப் பிறகு, பிணி தீர்க்கும் மூலிகைகளைப் பற்றி அறிந்துகொள்கிறான்.

உணவிற்காக மட்டுமே தாவரங்களை நம்பி வந்த மனிதன், பிணி தீர்க்கும் மருந்திற்கும் தாவரங்களையே நாடினான்; நம்பினான்; கூட்டமாக வாழ்ந்து வந்த மனிதர்களிடையே சிலர் பிணி தீர்க்கும் பச்சிலைகளை, வேர்களை அறிந்திருந்து, அவற்றைப் பக்குவப்படுத்தி மருந்தாக்கிப் பயன்படுத்தி வந்தனர். இவர்களே மூலிகைவாதிகள் (Herbalists) என்று வழங்கப்பட்டார்கள். இவர்கள் பிணி தீர்க்கும் மூலிகைகளை அறிந்திருந்ததால், அன்று வாழ்ந்த சமூகத்தில் இவர்களுக்கென ஒரு தனிப் பெருமை ஏற்பட்டு, சமூகத்தின் மற்ற உறுப்பினர்களால் மதிக்கப்பட்டு வந்தார்கள். மனித இனம் எண்ணிக்கையில் பெருகப் பெருக, பல சிறு மனிதச் சமூகங்கள் ஏற்பட்டன. ஒவ்வொரு சமூகத்

திற்கும் ஒரு சமூகத் தலைவன் இருந்தான்; சமூகத் தலைவனைப் போலவே மூலிகைவாதியும் சமூகத்தினரால் பெரிதும் மதிக்கப் பட்டு வந்தான்.

உணவிற்காகவும், பிணிக்காகவும் தாவரங்களை நாடிய மனிதன், பின்னர் உடைக்காகத் தாவரங்களை நாடினனா அல்லது உறையுளுக்காகத் தாவரங்களை நாடினனா என்பது தெளிவாக விளங்கவில்லை.

மலையடிவாரத்திலும், பாறையிடுக்கிலும், மரத்தின்கீழும், குகையினுள்ளும் வாழ்ந்து வந்த மனிதன், அவ்விதமான ஒதுக்கிடங்கள் தனக்கு மாத்திரம் சொந்தம் அல்லவென்பதையும், இன்னும் பல விலங்குகளும் அங்கே வந்து தங்குகின்றன என்பதையும் உணர்ந்துகொள்கிறான்; தான் வாழும் குகையில் பாம்பு, புலி, சிங்கம் போன்ற தனக்கு ஊறு விளைவிக்கும் வன விலங்குகளும் வந்து தங்கும் இடத்தில் வாழ்வதைத் தவிர்க்க எண்ணுகிறான். மனிதன் சமூகமாகக் கூட்டமாக வாழும்போது இத் தகைய ஒதுக்கிடங்கள் அவர்கள் வாழ்க்கைக்குப் போதுமானவை யாகவும் இல்லை. இங்ஙனம் அமைந்த தேவையின் விளைவாக ஏற்பட்ட கட்டாயத்தினால் மரங்கள், புல் பூண்டுகள், இலைகளின் உதவியினால் ஒரு செயற்கையான ஒதுக்கிடத்தை, மறைவிடத்தை உண்டாக்கிக்கொண்டான். முதலில் இது பகலவன் ஒளிக்குப் பாதுகாப்பு அளித்துப் பின்னர் மழைக்கும் பாதுகாப்பு அளிக்கும் வகையில் அமைந்திருக்க வேண்டும். இதுவே மனிதன் வாழ்ந்த உறையுள் அல்லது வீடு ஆயிற்று.

முதலில் தோன்றிய விலங்குமனிதன் தனக்கும், ஏனைய விலங்குகளுக்கும் அதிக வேற்றுமை அறியாது வாழ்ந்து வந்தான். பிறகு அவனது விலங்கு உணர்ச்சிகள் படிப்படியாகக் குறைந்து, தணிந்து, தெளிவு பெற்று, எண்ணமாக உருவாகி, நினைவாக நின்றபொழுது, தனக்கும் மற்ற விலங்குகளுக்கும் வேற்றுமைகள் உள்ளன எனக் கண்டு, அவன் அவ் விலங்கு வாழ்க்கையிலிருந்து மெதுவாக விலகிச் செல்ல ஆரம்பித்தான். இறுதியில் விலங்கு மனிதனாக வாழ்ந்த அவன் முழு மனிதனாகும்போது, தனக்கும் விலங்குகளுக்கும் உள்ள கால இடைவெளி நீண்டதையும், மீண்டும் செல்ல முடியாத அளவிற்கு வேற்றுமைகள் நீண்டு வளர்ந்திருப் பதையும் உணருகிறான்; விலங்குகளினின்றும் அவன் வேறுபட் டவன், மாறுபட்டவன் என்பதை உணருகிறான். அவ்விதம் விலங்கு களினின்றும் வேறுபட்டிருப்பதை அவன் விரும்புகிறான். அந்த நிலையில் அவன் அதுவரை அனுபவித்தறியாத ஏதோவோர்

உணர்ச்சியினால் உந்தப்படுகிறான். அந்த உணர்ச்சி மான உணர்ச்சியாகக்கூட இருந்திருக்கலாம். அதனால் அவனது உடலின் சில பகுதிகளை மறைக்க வேண்டும் என்று விரும்புகிறான்; அதன் காரணமாக இயற்கையில் கிடைத்த தழைகளையும், இலைகளையும், மரப்பட்டைகளையும் இடுப்பைச் சுற்றிலும் கட்டிக்கொள்ளுகிறான்; முதலில் இஃது அவனுக்கு விநோதமானதாக இருந்தபோதிலும் நாளடைவில் இது தேவையானது என்று கருதத் தொடங்கி விட்டான். அவன் எண்ணங்களில் தெளிவு ஏற்பட்டபொழுது, அஃது ஓர் ஆடை என்ற அழகுணர்ச்சிகூட அவனுக்குத் தோன்றி இருக்கலாம், அங்ஙனம் அவன் உடுத்தியிருந்த இலைகளையும், மரப் பட்டைகளையும் அவன் அடிக்கடி மாற்றிக்கொள்ளும்படியான அவசியம் ஏற்பட்டது. இதனால் சில தாவரங்களின் நார்களை எடுத்துத் தாறுமாறாகப் பின்னிப் பிணைத்துப் பிறகு ஒழுங்கு படுத்தி, ஓர் ஆடையை உண்டாக்கினான். நாரின் பயனை அறிந்து, அதனால் ஆடையை உண்டாக்கியது அவன் நாகரிகத்தில் ஒரு படி உயர்ந்து நின்றான் என்பது தெளிவாயிற்று. உடைக்காக நார் கொடுக்கும் தாவரங்களை நாடி அலைந்தபொழுது, எதிர்பாராமல் பஞ்சைக் கொடுக்கும் பருத்திச் செடிகளைக் கண்டான். பஞ்சைத் திரித்து நூலாக்கி, அதை நெய்து ஆடையாக்கிக் கட்டிக்கொண்ட பொழுது, அவன் மிகச் சிறந்த நாகரிகம் பெற்றவனாகத் திகழு கிறான்.

மேலே கூறிய நாகரிகத்தை மனிதன் பெறும்பொழுது அவன் உணவு, உடை, உறையுள், பிணி தீர்க்கும் மூலிகைகளுடன் நிறைவு பெற்றவனாவதில்லை. இப்பொழுது அவன் காலத்தைக் கடந்தவனாகின்றான்; இயற்கையை வென்றவனாகின்றான்; இயற்கையில் காணப்பட்ட எல்லா உயிரினங்களிலும் மிகச் சிறந்தவனாகின்றான்; மிகச் சிறந்தவன் என்று எண்ணி இறுமாந்து அதற்கேற்ற வகையில் நடந்துகொள்ளுகின்றான்; இயற்கையில் காணும் தாவரங்கள் விலங்குகள் யாவும் அவன் அனுபவிக்க ஏற்பட்டவை, உண்டாக்கப்பட்டவை என்று எண்ணுகின்றான். தன் வாழ்க்கையின் போக்கிலே தனது நன்மைக்காகத் தாவரங்களை வெட்டியும், திருத்தியும் பயன்படுத்தியது போலப் பல விலங்குகளையும் தன் தொழில்களுக்கு உதவும் வகையில் பழக்கி வைத்துக்கொண்டான். இவ்விதமாக, அவனுக்காகப் பசு பால் தருகிறது; காளை உழவுக்கு உதவுகிறது, வண்டி இழுக்கிறது; நாய் அவனுக்குத் தோழனாகிறது.

இத்தகைய விலங்குகளின் உதவியினால் தான் மெய் வருந்திப் பாடுபட்டு உழைப்பதைக் குறைத்துக்கொள்ளுகிறான். நாள் முழுவதும் வேலை செய்த மனிதனுக்குச் சிறிது நேர ஓய்வு

கிடைக்கிறது. இக் காலத்தை அவன் இன்பமாகக் கழிக்க எண்ணுகிருன்; தான் செய்யும் தொழில்களுக்குத் தூண்டுதலாக இருக்கச் சில துணைப்பொருள்களை நாடுகிருன். இவ்வித முயற்சியின் பயனுகவே மயக்கம் தரும் மதுபான வகைகளும், ஊக்கம் தரும் காபி, தேயிலை முதலிய பானங்களும் ஏற்பட்டன.

முதலில் உணவிற்காக மட்டுமே தாவரங்களை நம்பியவன் நாடியவன் விலங்கு மனிதன். பிறகு பிணிக்காகப் பிணி தீர்க்கும் தாவரங்களைப் பற்றி அறிந்தவன் மூலிகைவாதி. உணவுக்கும், பிணிக்கும், உறையுளுக்கும், ஆடைக்கும், பின்னர் ஊக்கம் தரும் பானங்களுக்கும் தாவரங்களை நாடி அவற்றை முறையாக வளர்த்துப் பயிரிட்டுச் சமூகமாக, சமுதாயமாக வாழ்க்கை நடாத்துகிறவன் நாகரிகம் பெற்ற மனிதனுகிருன்.

இன்று நாம் உணவுக்காகப் பயன்படுத்தும் உணவுப் பொருள்கள் யாவும் பண்டைக்காலத்திய மனிதன் பயன்படுத்திப் பண்பட்டவையே. இன்று நாம் காணும் மருந்துகளுக்கெல்லாம் ஆதாரமானவை அன்றைய நாளில் வாழ்ந்த மூலிகைவாதிகளின் முயற்சிகளே. இன்று நாம் வசிக்கும் வீடுகள் யாவும் பழமையான மனிதன் முதலில் உண்டாக்கிய வீடுகளில் கால இடைவெளியால் பெற்ற மாறுதல்களுடன் கூடியவையே. எனவே, முன்னர் வாழ்ந்த மக்களின் தோல்வியில் இடர்ப்பாடுகளின் தளத்தின்மேல் கட்டிக்கொண்ட கட்டடமே நாம் இன்று அனுபவித்து வாழ்ந்துகொண்டிருக்கும் சுகங்கள், இன்று நாம் கொண்டிருக்கும் விசாலமான அறிவு.

முதல் மனிதனின் காலத்திற்கும், இன்றுள்ள காலத்திற்கும் இடையே ஏற்பட்ட கண்டுபிடிப்புகள் ஏராளம், ஏராளம். அன்றிலிருந்து இன்றுவரை மனிதனின் அறிவு விசாலமடைந்து, விரிவடைந்து, சீர்திருந்திச் சிறப்புப்பெற்றுக்கொண்டே இருக்கிறது. அறிவின் வளர்ச்சிக்கு எல்லையில்லை; தங்குதடையில்லை. காலம் செல்லச் செல்ல, மனிதனின் அறிவு நுணுகிச் சிறந்து, கண்டுபிடிப்புகள் பெருகிக்கொண்டே போகும். இது கட்டுப்படுத்த இயலாத வளர்ச்சி; அணை போட இயலாத காட்டாற்று வெள்ளம். அறிவு வளர வளர, மனிதன் முன்னேறிக்கொண்டே போகிருன். இது தடுக்க முடியாததும் தவிர்க்க முடியாததுமான ஒன்று.

உணவுக்காகத் தானியங்களையும் கனிகிழங்குகளையும் பயிரிட்ட மனிதனைப் பிணி தீர்க்கும் மருந்திற்காகத் தாவரங்களைப் பயன்படுத்திய மூலிகைவாதியை ஆடைகளுக்காகவும், உறையுள்ளுக்காகவும், மற்றும் பலவற்றிற்காகவும் தாவரங்களையே நாடிய

நம் முன்னோர்களைத் தாவரவியல் அறிஞர்கள் (Botanists) என்று அழைக்கலாமா? தேவைக்கேற்பத் தாவரங்களின் உதவியை நாடியவர்கள், தாவரங்களின் பயனையும் அதன் காரணமாக அவற்றின் சில பண்புகளையும் தெரிந்தே பயிரிட்டனர். இதைப் போலவே மூலிகைகளையும் மற்ற பயன்தரு தாவர வகைகளையும் பயிரிடும்போது அவர்கள் தெரிந்தோ தெரியாமலோ அவற்றின் பண்புகளைத் தெரிந்துகொள்ளுகின்றார்கள். இவர்கள் தங்களைத் தாவரவியலறிஞர்கள் என்று கூறிக்கொள்ளவும் இல்லை. இன்றைய கண்ணோட்டத்தில், அறிவு நிலையில், நாம் அவர்களைத் தாவரங்களைப்பற்றி அறிந்த தாவரவியலறிஞர்கள் என்று கொண்டாலும், கொள்ளாவிட்டாலும் ஒன்றுதான்.

மனிதன் நாகரிகத்திலும், பண்பாட்டிலும் முன்னேற முன்னேற, அவனுக்குத் தாவரங்களைப் பற்றிய செய்திகளும் கருத்துகளும் அதிகமாகத் தெரிந்திருந்தன. எனவே மனிதன் நாகரிகத்தில் முன்னேறுகிறான் என்பது அவன் தாவரங்களைப் பற்றி எவ்வளவு அளவிற்கு, எத்தகைய அறிவினைக் கொண்டிருந்தான் என்பதைப் பொறுத்தது ஆகும். தாவரங்களைப் பற்றிய கருத்துகளும் அறிவும் முன்னேற, விசாலமடைய, அவன் நாகரிகத்தில் முன்னேறியவனாகிறான் என்பது தெளிவாகிறது.

3. அறிவியல் வளர்ச்சியின் நிலைகள்

தாவர அறிவியல் வளர்ச்சியை நான்கு நிலைகளாகப் பகுத்து அறிந்துகொள்ளலாம். இந் நான்கு நிலைகளும் தனித்தனியான பகுதிகளாக எப்போதும் விளங்காவிடினும், அவை தாவர அறிவியல் பரிணாம முன்னேற்றத்தில் முக்கியமான நிலைகளாக விளங்குகின்றன.

1. தகவல்கள் குவிதல் (Accumulation of information)

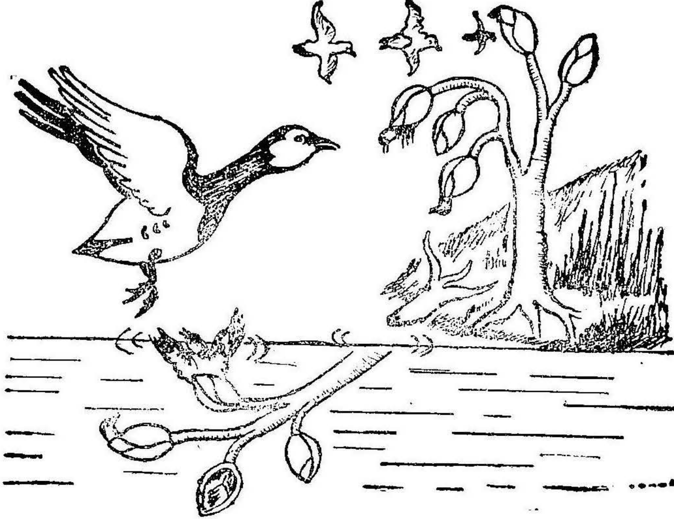
2. சரிபார்த்தல் (Verification)

3. வகைபாடு (Classification)

4. விளக்கம் (Interpretation)

1. தகவல்கள் குவிதல் : மக்கள் தங்களைச் சுற்றிலும் உள்ள தாவரங்களைக் கூர்ந்து கவனித்து, அவற்றின் அமைப்பையும் பயனையும் அறிந்துகொள்ள முயற்சி செய்கிறார்கள். நாளடைவில் பல்வேறு நாடுகளிலும் உள்ள பல்வேறு மக்கள் அறிந்த கருத்துகளும் செய்திகளும் பலராலும் அறிந்துகொள்ளப்படுகின்றன. தாவரங்களைப் பற்றிய தகவல்கள் சாதாரணப் பொது மக்களிடமிருந்தும் (laymen), கொள்கைவாதிகளிடமிருந்தும் (theoriticians), ஆராய்ச்சி அறிஞர்களிடமிருந்தும் கிடைக்கலாம். அங்ஙனம் கிடைத்த தகவல்களைத் திரட்டி ஒரு கோவையாகச் சேர்த்தல் வேண்டும். இத் தகவல்களில் சில உண்மையாகவும் இருக்கலாம்; பொய்யாகவும் இருக்கலாம். இக் கருத்துகளில் பல, பன்னெடுங் காலமாக வழங்கிவரும் நம்பிக்கையின் காரணமாக ஏற்பட்டிருக்கலாம்; அல்லது தொன்றுதொட்டு வழங்கி வரும் கதைகள் (fables) வாயிலாகவும் வந்திருக்கலாம்; தகவல்களிற்சில நேரிடையாகக் கண்டு ஆய்ந்த உண்மையாக இருக்கலாம். மற்றுஞ்சில

அவர் சொன்னார், இவர் சொன்னார் என்ற கர்ண பரம்பரைச் செய்திகளாகவும் இருக்கலாம். உதாரணமாக, மரங்களின் கனிகளி



படம் 2. கர்ண பரம்பரைச் செய்திகள்

லிருந்து நத்தைகளும், நத்தைகளிலிருந்து பறவைகளும் உண்டாகின்றன என நம்பினார்கள்.

2. சரிபார்த்தல்: இவ்விதமாகக் குவிந்த தகவல்கள் ஏராளமானவையாக இருக்கும். எனவே, குவிந்த தகவல்களைச் சரிபார்த்தல் மிகவும் சிரமமான வேலையாகும். ஒரு காலத்தில் ஒரு சில தகவல்கள் சிறப்புப் பெற்று முக்கியத்துவம் வாய்ந்து விளங்கலாம். அதே தகவல்கள் மற்றொரு காலத்தில் சிறப்பிழந்து நிற்கலாம். ஒரு காலத்தில் உதவாக்கரை என்று ஒதுக்கிய தகவல்கள் மற்றொரு காலத்தில் பயன்தரத் தக்க அறிவுக் கருவூலம் என்று போற்றப்படலாம். தகவல்களில் சில அவை ஏற்பட்ட காலத்திற்கு ஒவ்வாததாக இருக்கலாம்; அதனால் மக்கள் மத்தியிலே செல்வாக்கற்றுப் போகலாம். பின்னர் காலம் மாற, கருத்துகள் மாற, அதே தகவல்கள் மீண்டும் பரிசீலனை செய்யப்பட்டு, மிகவும் பயன்தரத் தக்கவை எனப் போற்றப்படலாம். இன்னும் சில தகவல்கள் அக் காலத்தில் உள்ள திருத்தம் பெறாத அறிவியல் கருவிகளால் சோதனை செய்யப்பட்டு, அக் கால அறிஞர்களால் ஏற்றுக்கொள்ளாதனவாக இருக்கலாம். பின்னொரு காலத்தில் திருத்தம் பெற்ற, ஆற்றல் மிக்கக் கருவிகளால் அக்

கருத்துகள் சோதனை செய்யப்பட்டபோது, முன்பு பிழையென்று கருதப்பட்ட அதே கருத்துகள் உண்மையாக இருப்பதை உணரலாம். காலந்தோறும் காணும் கருத்துகள் நாளடைவில் புதிய கருவிகளின் கண்டுபிடிப்புகளால் மாறலாம். ஆனால், இது பற்றி முன்னர் நிலவி வந்த கருத்துகள் தவறானவை என்று கொள்ளுதல் கூடாது. சில அறிவியலறிஞர்கள் பழமைவாதிகளின் மத்தியிலே புதிய உண்மைகளை ஏற்றுக்கொள்ளத் திறனற்றவர்களிடையே தோன்றி, அவர்கள் வியக்கும்வண்ணம் புதிய அறிவியற் கருத்துகளைக் கூறலாம். அக் கருத்துகளை அக் காலத்தில் வாழ்ந்த அந் நாளைய மக்கள் புரிந்துகொள்ள முடியாவிடினும், அக் கருத்துகள் ஏற்றுக்கொள்ளப்படுவதில்லை. அங்ஙனம் உண்மைக் கருத்துகளைக் கூறிய அறிவியலறிஞர்கள், அவர் காலத்திய மக்களின் எதிர்ப்புக்கும், ஏளனத்திற்கும், அவமரியாதைக்கும் ஆளாகியதுண்டு.

நிலவிய கருத்துகளைச் சரி பார்க்கும் வேலைக்குத் தேர்ந்த அறிஞர்கள் தேவை. இதற்குரிய அறிஞர்கள் ஒரு தனித்துறையில் மட்டும் ஆற்றல் பெற்றவராக விளங்கினால் போதாது. அறிவியலின் பல துணையியல்களையும் நன்றாக அறிந்து தேர்ச்சி பெற்றவராக இருத்தல் வேண்டும். அறிவியற்கருத்துகள் பன்னாட்டு மொழிகளிலும் வெளியிடப்படுவதால், அறிந்தோர் மூலம் அக் கருத்துகள் யாவற்றையும் மொழிபெயர்த்து அறிந்துகொள்ள வேண்டும். அறிந்த தகவல்கள் யாவற்றையும் கோவையாக்க வேண்டும். அவற்றை உண்மையா, பொய்யா எனப் பரிசோதனைகள் செய்து ஆய்ந்தறிய வேண்டும். உண்மை எனக் கண்டால் மக்களிடையே பரப்ப வேண்டும். பொய் எனக் கண்டால் அக் கருத்துகளை யார் கூறியிருந்த போதிலும், அவற்றைப் பொய் என மக்கள் மத்தியிலே பரப்பிடச் செய்ய வேண்டும்.

அறிவியல் கருத்துகளை ஆராயும்பொழுது, இன்னாரின் கருத்து, இந் நாட்டவரின் கருத்து, இம் மொழியினரின் கருத்து என்ற வேறுபாடுகளை உள்ளத்தில் கொள்ளாது, காய்தல் உவத்தல் இன்றிக் கருத்துகளை ஆராய வேண்டும்.

ஆராயும் நல்லறிஞர்கள் பிறப்பாலும், நாட்டாலும், பதவியாலும், காலத்தாலும் செருக்கோ, சிறுமையோ கொள்ளக் கூடாது. சான்றாக, தம் காலத்தில் வாழும் அறிஞர்களே உயர்ந்தவர்கள், மேலான கருத்துகளைக் கூறும், கண்டுபிடிக்கும் ஆற்றல் பெற்றவர்கள் என்றெல்லாம் நினைக்கக் கூடாது. மற்றும்,

முன்னர் வாழ்ந்த அறிஞர்களின் கருத்துகள் பழையவை, காலத்திற்கு ஒவ்வாதவை, உண்மைக்கு மாறானவை என்று ஒதுக்கிவிடக் கூடாது. நம் முன்னோர்களது கருத்துகளின் அடித் தளத்தின் மீதுதான் நம் கருத்துகள் என்ற கட்டடம் கட்டப் படவேண்டும். நம் முன்னோர்கள் கண்டுபிடித்தவற்றைத் தவிரச் சில புதிய கருத்துகளை நாம் கண்டுபிடிக்கிறோம் என்றால், அதற்கு அடிப்படையாக நம் முன்னோர்களது கருத்துகள் அமைந்திருந்ததே காரணம். நாம் அவர்களைவிட உயர்ந்து நிற்கிறோம் என்றால், நாம் அவர்களது தோள்களின்மீது நிற்கிறோம் என்பது பொருளாகும். நமது முன்னோர்களது கருத்துகளைப் பழமையானவை என்ற காரணத்திற்காக மட்டும் ஒதுக்கக் கூடாது. இந் நாளைய அறிவியல் வித்தகத் திறனுக்கு, அதன் கண்டுபிடிப்புகளான பல புதிய அதிநுட்பம் வாய்ந்த கருவிகளில் சோதனை செய்து பார்த்தபொழுது, அக் கருத்துகள் ஒவ்வாததாக இருந்தால் ஒதுக்கி விடலாம். மிகப் பழங்காலத்தில் வாழ்ந்த அறிஞர்கள் என்றும் நின்று நிலவும்படியான கருத்துகளைக் கூறியிருப்பது ஈண்டு நினைவிற்குக்கொண்டு வருதல் சால்புடைத்ததாகும்.

மனிதனின் முடிவில்லாத பல முயற்சிகளின் விளைவே அவன் கண்டுபிடிப்புகள். அவன் தட்டுத்தடுமாறி, இருளில் வழிதேட முயலுவது போல முயன்று பல அரிய கண்டுபிடிப்புகளைக் கண்டுபிடிக்கிறான்; தன் அறிவைப் பல பாதைகளிலும் செலுத்தி, உண்மையினைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும் என்று இடையறாது முயற்சி செய்கிறான்.

அவன் சென்ற அறிவுப்பாதைகளிற்சில நீண்டவை, முடிவில்லாதவை, தெளிவற்றவை, கரடுமுரடானவை, முன்னேற்றம் எதுவும் காண முடியாத திடீர் முடிவைக் கொண்டிருப்பவை. இவ்விதம் பல இடர்ப்பாடுகளையும் இன்னல்களையும் அடைந்த ஆராய்ச்சியாளன், அறிவு என்னும் சிகரத்தை அடைகிறான்; அச் சிகரத்தை அடைந்த பிறகு, அவனது பாதை இன்னும் முடியவில்லை என்பதையும், அஃது அகன்ற அடிவானம் வரை நீண்டிருக்கிறதென்பதையும் அறிகிறான். அவன் சென்ற பாதையில் அவன் ஆராய்ந்தறிந்த உண்மைகள்—ஒரு காலத்தில் மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தவை என்று எண்ணிக் கொண்டிருந்தவையெல்லாம் மிகவும் சிறியவை—அற்பமானவை என அறிந்துகொள்ளுகிறான்.

தம் ஆய்வுகள் யாவும் சிறந்த கருத்துக் கருவூலமாகிய கண்டு பிடிப்புகளைத் தரும் என்ற நம்பிக்கையிலேதான் ஆராயும்

அறிஞர்களெல்லாம் தம் ஆய்வுப் பாதையினை அமைத்துச் செல்கின்றனர். ஆனால் அங்ஙனம் அமைத்த பாதை சிறந்த, நல்ல கண்டுபிடிப்புகளையே எப்பொழுதும் தரும் என்று சொல்ல முடியாது. கொண்ட முடிவு நல்லதாயினும், சிறந்ததாயினும், அதைக் கண்டுபிடித்தவனுக்குரிய வழிகள் எக் காலத்திலும் சிறந்தவை எனக் கொள்ளுதல் கூடாது. முடிவை முன்னரே தீர்மானித்து, அதற்குரிய வழியைத் தேர்ந்தெடுத்து ஆராய்ச்சி செய்ய முடியாது. ஏனெனில், பெரும்பாலான கண்டுபிடிப்புகள் எதிர்பாராமல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டவையே ஆகும்.

அறிவுத்தாகம் கொண்ட ஆராய்ச்சியாளர்கள் தாம் வாழும் சூழ்நிலையைக் கருதாது, சூழ்நிலைக் கொடுமைகள் இருந்த போதிலும் பொருட்படுத்தாது, தம் முயற்சிகளைத் தொடர்ந்து செய்வர். இப்பொழுது நம்மிடையே உலவி வரும் அறிவுக் கருத்துகள் பலவும், மெய் வருத்தம் பாராது, பசி நோக்காது, கண் துஞ்சாது, எவ்வெவர் தீமையும் மேற்கொள்ளாது கருமமே கண்ணாயிருந்து கண்டுபிடித்த உண்மைகளாகும்.

இவ்வாராய்ச்சியாளர்களின் உடல்நலம் குன்றியிருந்தாலும், உணர்நலமும், ஊக்கமும் குன்றாது குறையாது இருந்தன. அதனால் இவர்கள் சாதாரண மக்கள் காண இயலாத உண்மைகளைக் காண முடிந்தது. மற்ற மக்கள் தடுமாறும்போது இவர்கள் தளர்ச்சியின்றி இருந்தனர். வாழ்க்கையைக் கண்மூடித்தனமாக வழிபடுவது அறிவியலாகாது ; ஆனால், வாழ்க்கையைப் போற்றி மதிப்பது அறிவின் தொடக்கமாகும் என்பதை அறிவியலறிஞர்கள் அறிந்திருந்தனர்.

அறிவியலறிஞன் பெரும்பாலும் அவன் வாழ்ந்த காலத்தினால் உருவாக்கப்படுகிறான். எனவே, அவனது ஆய்வுகள், கருத்துகள், கண்டுபிடிப்புகள் அவன் வாழ்ந்த காலத்தின் பிரதிபலிப்பாக இருந்ததில் ஆச்சரியமில்லை. ஆனால், இதற்கிடையே காலத்தோடு ஒட்டாத தன்னிச்சையான முற்போக்கு எண்ணங்களைக் குறிக்கோளாகக்கொண்ட ஆராய்ச்சிகள் நிகழாமலில்லை. காலத்தின் சூழ்நிலை, ஆட்சியாளரின் அதிகாரம், மத குருக்களின் ஆதிக்கம் இவற்றிற்கிடையே எதிர்ப்பிற்கும், ஏளனத்திற்கும் அஞ்சாமல் போற்றினாலும், தூற்றினாலும், ஒளிவு மறைவின்றி உண்மையைச் சொல்லியே தீர வேண்டும் என்ற அறவழியிலிருந்து அவர்கள் விலகவில்லை ; மாறவில்லை. அதிகார ஆதிக்கச் சூறாவளியும், புயலும் ஓங்குகின்றபோதும் தம் அறிவுச்சுடரினை ஏந்திக் காத்த பெருமை அறிஞர்கள் பல்லோரைச் சாரும்.

தனி மரம் தோப்பாகுமா? ஒரு கையினால் ஓசை எழுப்ப இயலுமா? தனிமனிதன் தன் ஆராய்ச்சியோடு நில்லாது, மற்ற ஆராய்ச்சியாளர்களின் ஆய்வுகளையும், கருத்துகளையும் கலந்து கொள்ள வேண்டும். மற்றும் அறிவென்னும் வானவெளி அகன்றுகொண்டே செல்லும்போது அதன் விசித்திரங்கள், உண்மைகள் யாவற்றையும் உணரத் தனி மனிதனின் முயற்சியை விட அறிஞர்கள் பலர் அமைந்த கூட்டுமுயற்சி தேவைப்படுகிறது. ‘கற்றது கைம்மண்ணளவு, கல்லாதது உலகளவு’ என்னும் பழமொழி கூறும் உண்மைக்கேற்ப, உலகில் உள்ள எல்லா உண்மைகளையும் ஒரு தனிமனிதன் தன் திறத்தினாலோ, அறிவாற்றலினாலோ அறிந்துகொள்ளுவது என்பது இயலாதது ; முடியாதது.

ஆய்ந்தறியும் நுண்ணறிவாளர்களுடன் ஆராய்ச்சிக்குத் தேவையான கருவிகளைச் செய்யும் நுண்கலைஞர்களும் தேவைப்படுகின்றனர். தெரிந்ததைத் தெளிந்ததை எடுத்துரைக்க, நாடெங்கும் நல்லோரிடையே நானிலமெல்லாம் பரப்ப அறிவு வெளியீடுகள் (periodicals) தேவை ; இவற்றிற்கான அச்சகக் கலைஞர்கள், புகைப்பட வித்தகர்கள் எல்லோரும் தேவைப்படுகின்றனர்.

3. வகைபாடு : ஆய்வுகள் பலவற்றையும் ஒத்த சிந்தனையாளர்களிடையே பரப்பித் தெளிவு பெற அறிவியற்கழகங்கள் (scientific societies) தேவை. அறிவியல் திறத்தினால் புகழ்பெற்ற பல அறிஞர்களும் தம் ஆய்வுத்திறனை, ஆய்வு முறையைத் தம்முடன் வைத்திராமல், மற்றவர்களும் பயன் பெறத்தக்க வழியில் பல ஆராய்ச்சி மாணவர்களைப் பயிற்றுவித்து, ஊக்கமூட்டி, அவர்களையும் தம் வழியிலே சிறந்த ஆய்வியலறிஞர்களாக வழி காட்டி நடாத்திச் செல்ல வேண்டும்.

ஆராய்ச்சிக் கருத்துகளும், ஆய்வுகளும் நாடுகள் பலவற்றிலும் ஆராய்ச்சியறிஞர்களிடையே பரந்து காணப்படுகின்றன. இத்தகைய அறிஞர்கள் கூடிக் கருத்துப் பரிமாற்றம் செய்து, சிந்தனைத் தெளிவு பெற அறிவியல் மாநாடுகள் (scientific conferences) ஆங்காங்கே நடைபெற வேண்டியிருக்கின்றன.

இத்தகைய அனைத்து நாடுகளின் தாவர அறிவியல் மாநாடு (Congress International d’ Horticulture) கி.பி. *1864*-ல் பிரஸ்ஸெல்ஸில் (Brussels) நடைபெற்றது. ஆம்ஸ்டர்டாமில் (Amsterdam, *1865*) ஏறக்குறைய *300* அறிஞர்களுடன்

இரண்டாவது மாநாடு நடைபெற்றது. இது நடைபெற்று 70 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு 1000 அறிவியலறிஞர்களுடன் ஆரம்பமாகிய மாநாடு தொடர்ந்து பல நாடுகளிலும் நடைபெற்றது. இம் மாநாட்டில் புதிய கண்டுபிடிப்புகளும், கருத்துகளும், கருத்துப்பரிமாற்றமும், துறைச்சொல் வழக்கினை எளிமையாக்குவது (simplication of technical terms), ஆவணங்காப்பதன் (documentation) அவசியமும், முன்னேற்றமும், அதற்குரிய வழி வகைகளும் வகுக்கப்பட்டன. அரசியலால், மொழியால், நிறத்தால் வேறுபட்டிருக்கும் பன்னாட்டு மக்களிடையே காழ்ப்பும் கசப்பும் நிலவிவரும் இந் நாளில் அனைத்து நாடுகளின் அறிவியலறிஞர்களும் கூடிப் பழகும் வாய்ப்பும், அன்பும், பண்பும் பெருகி, உலகச் சகோதரத்துவத்திற்கு இம் மாநாடுகள் வழி கோலிட முடியும்.

உலக அறிஞர்கள் பலரும் பங்கு கொள்ளும் கருத்தரங்குகள் (symposia) அவர்களிடையே அறிவியல் போக்கிலே ஒரு திரும்பு கட்டமாகப் (epoch) பகுத்தறிவுப் போக்குக் காணப்படுகின்றது. ஆயிரம்கோடி பணம் செலவழித்தாலும் அடைய முடியாத இக் கருத்து ஒற்றுமையை, அன்பின் பிணைப்பினை, தோழமையை இக் கருத்தரங்குகள் மூலமாகப் பெற முடியும்.

4. விளக்கம் : தாவரவியல் முன்னேற்றத்தில் அறிவியல் வெளியீடுகள் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன. அறிஞர்களது கண்டுபிடிப்புகள் இவ்விதமான வெளியீடுகளின் மூலமாகப் பல்லோரும் படித்துப் பயன் பெற வழி வகுக்கப்படுகிறது. இவற்றினால் உலகின் ஒரு கோடியில், ஒரு நாட்டில், ஒரு சிற்றூரில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஆய்வுகளும், ஆய்வின் முடிவுகளும், முறைகளும் உலகமெங்கும் பரவ வாய்ப்பு உள்ளது. இவ்வெளியீடுகளின் மூலம் கருத்துப் பரிமாற்றமும் தெளிவும் பெற முடிகிறது. அறிவியல் ஆய்வுகள் எண்ணிக்கையிலும் அளவிலும் அதிகரிக்க அதிகரிக்க, இவ்விதமான வெளியீடுகளும் எண்ணிக்கையிலும் அளவிலும் அதிகமாகித் தரத்தினும் உயர்ந்து விளங்குகின்றது. உதாரணமாக, 1938-ல் வந்த தாவரவியல் வெளியீடுகளின் எண்ணிக்கை 11,000 என வெல்லென்சிக் (Wellensiek) என்ற அறிஞர் கணக்கிட்டுள்ளார். அதாவது, ஒரு நாளைக்குச் சராசரி 30 வெளியீடுகள் வீதம் வெளியிடப்பட்டன. இவ்விதமான வெளியீடுகளிற்பல குறிப்பிட்ட துறையில் அறிவும் ஆராய்ச்சியும் செய்துள்ள அறிஞர்களுக்கே புரியும்படியாக அமைந்திருந்தது. அவ் வெளியீடுகளில் பொதிந்துள்ள அறிவியல் உண்மைகளை, மக்கள் பலருக்கும் அவர்கள் அறிந்த மொழியில், அவர்களுக்குப் புரியும்படியாக எடுத்துரைக்க, மற்றும் பல மொழி வெளியீடுகளும், அறிஞர்களும் தேவைப்பட்

டனர். அப்பொழுதுதான் ஆராய்ச்சி செய்யும் அறிஞர்களுக்கும் பொதுமக்களுக்கும் இடையே உள்ள அறிவின் இடைவெளி குறையும். ஆராய்ச்சி அறிஞர்களும் மக்கள் நலனுக்காகப் பாடுபடும் குடிமக்கள் என்ற எண்ணத்தைச் சாதாரண மக்களிடையே தோற்றுவிக்க முடியும். ஆராய்ச்சி வெளியீடுகளில் பல நாடுகளில் நடைபெறும் ஆராய்ச்சி முடிவுகளும் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு, ஆராய்ந்து வகைபாடு செய்யப்பட்டு நல்ல விளக்கங்களுடனும், படங்களுடனும் வெளியிடப்படுவதால் இவற்றை மாணவர்களும் அத் துறையில் தேர்ந்த அறிஞர்களும் படித்துப் பயன் பெறலாம்.

பாரம்பரியமாக நிலவி வந்த செய்திகளையும் நம்பிக்கைகளையும் ஆதாரமாகக் கொண்டவைகளைவிட விஞ்ஞான வித்தகத் திறம் வாய்ந்த அறிஞர்களால் சோதனைகள் பல செய்து, அதனால் பெறப்பட்ட முடிவுகளைக் கருத்துகளாகக் கொண்ட வெளியீடுகளே மக்களிடையே செல்வாக்குப் பெற்று நீண்ட நாள்கள் நின்று நிலவ முடியும். எனவே, நாளடைவில் மக்கள் கட்டுக்கதைகளை நம்பாமல், அறிவியலறிஞர்களின் ஆராய்ச்சி வெளியீட்டு உண்மைகளையே நம்புவார்கள். இவ் வெளியீடுகள் இலாப நோக்கமின்றி, அறிவுக் கருத்துகளைப் பரப்ப வேண்டுமென்ற ஆர்வத்தினாலும் கொள்கையினாலும் வெளியிடப்படுவதனால், இவற்றைப் பன்னாட்டு அரசும் மக்களும் ஆதரித்து அறிவியல் அறிவொளி பரப்பும் சமுதாயத் தொண்டில் ஈடுபட்டுத் தங்களுக்கும் மற்றவர்களுக்கும் நன்மை செய்வார்களாக!

4. பண்டைநாட்டு மக்களிடையே தாவரங்களைப்பற்றிய அறிவு

அஸ்ஸீரிய நாடு (Assyria): நதிகள் பாயும் பிரதேசங்கள் யாவும் வளமுடையவை என நாம் அறிந்துள்ளோம். வற்றாத நதிகள் பாயும் பிரதேசங்களில் மக்கள் கூட்டம் கூட்டமாக வசித்து நதிக்கரையில் நாகரிகத்தை வளர்த்தனர். 'நீரின்றி அமையாது உலகு' என்பது ஆன்றோர் வாக்கு. நீரின்றி மனித வாழ்க்கையோ, நாகரிகமோ தோன்றாது; வளராது. இதற்குச் சான்றாக யூப்ரிடீஸ் (Euparates), டைகிரிஸ் (Tigris) நதிகள் பாயும் அஸ்ஸீரிய நாட்டைக் கூறலாம். இந் நாட்டின் பெரும்பகுதியில், இந் நதிகள் கொண்டு சேர்த்த வண்டல் மண் படிந்துள்ளது. எனவே, இது மிகவும் வளமான நாடு. இந் நாட்டின் நாகரிகம் பழம்பெருமை மிக்கது. கிறிஸ்து பிறப்பதற்கு 5 நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்னர் வாழ்ந்த ஹிரோடோடஸ் (Herodotus) என்ற அறிஞரும், கி. மு. முதல் நூற்றாண்டைச் சேர்ந்த பிளினி (Pliny) என்ற அறிஞரும் அஸ்ஸீரிய நாட்டைப்பற்றியும், அங்கு நடைபெற்ற வேளாண்மை முறைகள், பயிர்களைப்பற்றியும் எழுதியுள்ளார்கள். இவர்கள் எழுதிய வரலாற்றுக் குறிப்புகளிலிருந்து அந் நாட்டில் ஆண்டில் இரு முறைகள் கோதுமை பயிரிடப்பட்டு வந்தது என அறிகிறோம். நினிவே (Nineveh) என்ற இடத்தில் அகழ் ஆராய்ச்சி செய்ததில், வரலாற்றுக் காலத்திற்கு முன்பே அஸ்ஸீரிய நாட்டில் பார்லி போன்ற தானியங்கள் பயிரிடப்பட்டன என அறிகிறோம். இது மெசபடோமியா (Mesopotamia) நாட்டில் கண்டுபிடிக்கப் பட்ட முதல் தானிய வகை என்றும், இதன் காலம் சுமார் கி.மு. 4000 ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டது என்றும் பெர்ஸிவல் (Percival) என்ற வரலாற்று ஆசிரியர் கூறுகிறார்.

டைக்ளாத்-பைலிசர் I (Tiglath-Pileser I-1130 B.C.) என்ற மன்னர் மற்ற நாடுகளைப் போர் புரிந்து வென்று, வெற்றி வாகை சூடி வரும்போது, வென்ற நாடுகளிலிருந்து ஸிடார் (cedar) என்ற

தேவதாரு போன்ற மரங்களையும், அரிதான திராட்சை வகைகளையும் கொண்டு வந்து தம் பூந்தோட்டங்களில் பயிரிட்டார் எனத் தெரிகிறது. தானியங்களைத் தவிர, அஸ்ஸீரியர்கள் ஆப்ரிகாட் (apricot), அத்தி, ஆலிவ், மாதுளம், திராட்சை போன்ற கனி வகைத் தாவரங்களையும் பயிரிட்டனர்.

நம் நாட்டில் தென்னை மரத்தின் எல்லாப் பாகங்களையும் பயன்படுத்துவது போல, அக் காலத்தில் அஸ்ஸீரிய நாட்டில் பேரீச்ச மரங்களைப் பயன்படுத்தி வந்தனர். மிகப் பழங்காலக் கோயில்களில் பேரீச்ச மரங்களைச் சிற்பங்களாகச் செதுக்கியுள்ளனர். பேரீச்ச மரத்தின் தண்டுகள் விட்டங்களாகவும், தூண்களாகவும் பயன்படுத்தப்பட்டன. அதன் நாரிலிருந்து கயிறு திரித்தனர். இலைகள் கூடை முடையவும், மொட்டுகள் உணவாகச் சாப்பிடவும் பயன்படுத்தப்பட்டன.

பேரீச்ச மரத்தில் ஆண் பேரீச்ச மரம் என்றும், பெண் பேரீச்ச மரம் என்றும், பால் தன்மை (sexuality) இருப்பது என்றும் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. செயற்கை முறையில் பேரீச்ச மரங்களுக்கு மகரந்தச் சேர்க்கையுறச் செய்வதைப்பற்றிப் பல கிரேக்க எழுத்தாளர்கள் எழுதியுள்ளனர்; பேரீச்ச மரத்தில் உள்ளதைப்போன்ற ஆண் பெண் தாவரங்கள் மற்றத் தாவரங்களிலும் காணப்படும் என்று நம்பினர்கள்.

தாம்ப்சன் (Thompson, 1924) என்பவர் எழுதிய நூலில் அஸ்ஸீரிய நாட்டில் கி.மு. ஏழாம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த ஒரு மூலிகைவாதி (herbalist) பல மருந்துச் செடிகளைப்பற்றியும், மருந்தாகப் பயன்படாத தாவரங்களைப்பற்றியும் அறிந்திருந்ததாகக் கூறுகிறார். இம் மூலிகைவாதி தாவரங்களைத் தமக்குத் தோன்றிய வகையில் ஒரு வகைபாடு செய்தார். இவர் பபாவர் (Papaver), குகர்பிட்டுகள் (Cucurbits), யுஃபோர்பியா (Euphorbia) போன்ற தாவரங்களைப்பற்றியும் அறிந்திருந்தார்.

அஸ்ஸீரியர்கள் ஆப்ரிகாட், பெருங்காயம், சாஃப்ரன் (saffron), ஏலம், செர்ரி, பாதாம், பாப்பி போன்ற தாவரங்களைப் பயிரிட்டு, அவற்றைப் பயன்படுத்தி வந்தனர்.

எகிப்து நாடு: வடக்கு ஐரோப்பாவின் பெரும்பகுதி பனிக்காலத்திலிருந்து (ice-age) மீளுவதற்கு முன், எகிப்து நாட்டின் நைல் நதித் தீரம், வேளாண் முறையறிந்த, உலோகங்களின் பயன் தெரிந்த, காகிதம் கண்டு பிடித்து, அதில் பல இலக்கியங்களும் ஓவியங்களும் படைக்கத் தெரிந்த, நல்லாட்சி பெற்ற சிறந்ததொரு நாகரிகம்

பெற்ற நாடாக விளங்கிற்று என்று டார்ஸி (Dorsey, 1921) கூறுகிறார்.

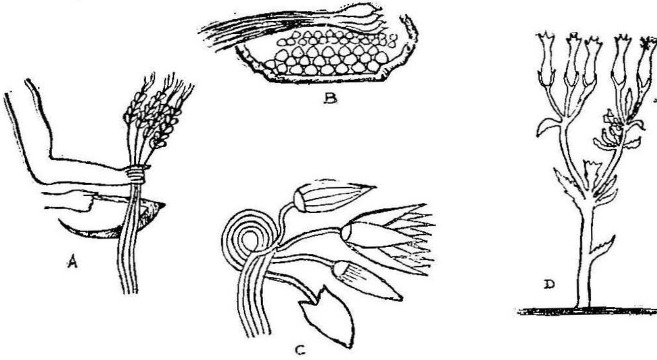
ஆதி மனிதனின் நாகரிக வரலாற்றில் நைல் நதித் தீரத்தில் வாழ்ந்த மக்களின் நாகரிகம் தனிப் பெரும் சிறப்பு வாய்ந்து விளங்குகிறது. மிகப் பழங்காலத்திலேயே எகிப்து நாட்டவர்கள் ஓர் ஆண்டினை வெள்ளக் காலம் (flood time), விதைக் காலம் (seed time), அறுவடைக் காலம் (harvest time) எனப் பிரித்துப் பஞ்சாங்கம் (Calendar) கணித்திருந்தனர்.

உணவிற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் தாவரங்கள் சுமார் 10,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே பயிரிட்டு வந்தனர் என அறிகிறோம். எகிப்து நாட்டின் வேளாண் முறைகளைப் (agricultural methods) பற்றி நமக்கு நேரிடையான தகவல்கள் எதுவும் கிடையா. ஆனால், கல்லறைகளின் (tombs) சுவர்களிலே பல தாவரங்கள், மலர்களின் படங்களை வரைந்துள்ளனர். இறந்தவர்களுக்காக வைக்கப்பட்ட மலர்வளையங்களும் (funeral wreaths), அவர்களுக்காகப் படைக்கப்பட்ட உணவு வகைகளும் ஆயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்குப் பிறகும், அதே மாதிரியாக, எவ்வித மாற்றமும் இன்றிக் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய மலர் வளையங்களிலிருந்து 20 வகையான மலர்களை ஃபிலிண்டர்ஸ் பெட்ரீ (Flinders Petrie) என்பவர் கண்டு பிடித்துள்ளார். செங்கற்களைக் கட்டுவதற்குக் கோதுமை, பார்லி பயிர்களின் வைக்கோல்களைப் பயன் படுத்தினர். இவ்வகைச் செங்கற்களினிடையே சில தாவரத் துணுக்குகள் (plant fragments) பாதுகாக்கப்பட்டுக் காணப்படுகின்றன.

கிரேக்க நாட்டின் புகழ்பெற்ற வரலாற்று ஆசிரியரான ஹிரோடோடஸ் கி.மு. 465ஆம் ஆண்டில் எகிப்து நாட்டில் சுற்றுப் பயணம் செய்து தாம் கண்டவற்றையும், கேட்டவற்றையும் ஓர் அரிய நூலாக எழுதி உள்ளார்; அதில் கோதுமை முதலிய தானியங்களை எவ்வாறு பயிர் செய்து, அறுவடை செய்தனர் என்பவற்றையெல்லாம் தெளிவாக விளக்குகிறார்.

பேராசிரியர் ஷ்வீய்ன்ஃபர்த் (Schweinfurth) என்பவர் இறந்தவர்களின் உடலைச் சுற்றியுள்ளவற்றிலிருந்தும், அவர்களுக்காகப் படைத்த உணவுப் பொருள்களிலிருந்தும் பலவிதத் தாவரங்களை அடையாளங்கண்டு கொண்டார். அன்று வாழ்ந்த தாவரங்

களும் இன்று அந்த வாழ்விடத்தில் காணப்படும் தாவரங்களும் ஒரே மாதிரியானவை என்று குறிப்பிடுகிறார்.



படம் 3. எகிப்து நாட்டின் கல்லறைப் படங்கள்
(A) கோதுமை அறுவடை செய்தல்
(B) காய்கறிக் கூடை
(C) தாமரைப் பூங்கொத்து
(D) கலெஞ்சு

கல்லறைச் சுவர்களில் காணப்பட்ட பல ஓவியங்களில் வெங்காயம், அத்தி, பேரீச்சம்பழம் முதலிய தாவரங்கள் காணப்பட்டன என்று அங்கெர் (Unger) கூறுகிறார்.

6000 ஆண்டுகளுக்கு முன் அந் நாளில் வாழ்ந்து மடிந்த மனிதன் உண்ட கடைசி ஆகாரத்தைப் பரிசோதனை செய்ததில், அவர்கள் பார்லி, தினை, கிழங்குகளை உண்டிருந்தனர் என்று எல்லியட் ஸ்மித் (Elliot Smith) என்பவரும், நெடாலிட்ஸ்கி (Netolitsky) என்பவரும் கண்டுபிடித்துள்ளனர். கி.மு. 5000 ஆண்டுகளுக்கு முன் எகிப்து நாட்டில் எம்மர் (Emmer) என்ற டிரைடிகம் டைகாக்கம் (Triticum dicoccum) என்ற கோதுமை பயிராக்கப்பட்டது. டி. டூரம் (T. durum) என்ற கோதுமை வகையும் அக் காலத்தில் பயிரிடப்பட்டதெனப் பெர்சிவல் (Percival) என்ற அறிஞர் கூறுகிறார்.

ஆறு வரிசை-பார்லி எனப்படும் ஹார்டியம் ஹெக்ஸாஸ்டிக்கான் (Hordeum hexastichon) மிகப் பழங்காலம் முதற்கொண்டு எகிப்து நாட்டினர் பயிரிட்டு வந்தனர். பூஸா (booza) என்ற மதுவகை பார்லியிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்டதாக ஹிரோடோடஸ் கூறுகிறார். எகிப்து நாட்டில் கோதுமையும் பார்லியும் 10 முதல் 15 ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே பயிரிடப்பட்டதாகச் சில தொல் பொருளியல் அறிஞர்கள் (Archaeologists) கருதுகின்றார்கள்.

எகிப்து நாட்டில் பார்லி அறுவடை முறைகளை டேவீஸ் என்பவரும், டேவீஸ் என்பவரும் (Davies and Davies) கல்லறைகளை ஆராய்ந்து விவரித்துள்ளனர்.

1. முதலில் பயிர்களின் விளைச்சலை ஒரு கயிற்றைக் கொண்டு அளந்துகொள்வர்.

2. இரு மனிதர்கள் கயிற்றின் இரு முனைகளையும் பிடித்துக் கொண்டு வயலோரமாக நடந்து வருவர்.

3. வயலுக்குரியவர் இவர்களுக்குப் பின்னால் நடந்து வருவர்.

4. விளைச்சலின் அளவினைக் குறிக்க இருவரும் ஒழுங்கை நிலைநாட்ட ஒரு காவல் அதிகாரி (Policeman) தடியுடன் பின் தொடருவார்.

5. வரி வசூலான பிறகு, தானியங்களை அறுவடை செய்வார்கள்.

தானியங்களைத் தவிர, எகிப்தியர்கள் அவரை, முள்ளங்கி, பூண்டு, தருப்பூசணி, வெங்காயம் முதலியவற்றையும் பயிராக்கினார்கள். எகிப்து நாட்டில் அந் நாளில் வாழ்ந்த மருத்துவர்கள் மருந்துக்காகப் பல தாவரங்களைப் பயன்படுத்தி வந்தனர் என்பது எபேர்ஸ், ஹார்ஸ்ட் மருத்துவ நூலிலிருந்து (Ebers and Hearst medical papyri) அறிகிறோம். பாபிரஸ் (papyrus) என்ற புல்லிலிருந்து காகிதம் தயாரிக்கும் முறையை அறிந்திருந்தனர். இஃது அறிவியல் கருத்துகளைப் பல நாட்டவர்களும் எளிதில் அறிந்து கொள்ள வசதியான புத்தகங்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப் பட்டன. பல ஆற்றோரக் காட்சி ஓவியங்களில் பாபிரஸின் படங்களைக் காணலாம். இதன் கிழங்கை உணவாக உண்டனர்; தண்டிலிருந்து கரி உண்டாக்கினர்; படகுகளையும் தயாரித்தனர். இதன் வளர்முறை, வாழ்விடம், காகிதம் செய்முறை ஆகியவற்றை ஹிரோடோடஸின் பயண நூலிலிருந்து அறிகிறோம்.

எகிப்து நாட்டில் சுமார் 6000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் திராட்சை பயிரிடப்பட்டு, அதிலிருந்து ஒருவகை மதுவும் (wine) தயாரிக்கப்பட்டது. மாதுளம்பழம் கி.பி. 2,3ஆம் நூற்றாண்டுகளில் பயிரிடப்பட்டதென ஃபிளிண்டர்ஸ் பெட்ரீ கூறுகிறார். சணலைப் பயிராக்கி, அதிலிருந்து நார் எடுத்துப் பயன்படுத்தும்

முறையை அறிந்திருந்தனர்; இவ் வகைத் தாவரங்களைத் தவிரப் பல மருந்து மூலிகைகளையும் பயிரிட்டு வந்தனர்.

ஹிப்ருக்கள் (Hebrews) : ஹிப்ருக்கள் ஏழாண்டிற்கொரு முறை ஓர் ஆண்டினை ஓய்வுக்கால ஆண்டாக (sabbatical year) விட்டு விடுவர். இவ்வாண்டில் பயிரிட மாட்டார்கள்; நிலம் தரிசாகக் கிடக்க விட்டு விடுவார்கள். இதனால் நிலம் வளமடையும். ஏழு ஆண்டுகளில் குவிந்த தானியங்களை அருகில் உள்ள நாட்டினரிடம் விற்று விடுவார்கள். இதனால் கால்நடைகளின் எண்ணிக்கை மிதமிஞ்சிப் போகாமல் பாதுகாத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

சீன நாடு : மிகப் பழங்கால மனித இனத்தவர்களுள் சீனர்களும் முக்கியமானவர்கள். மிகப் பழங்காலம் முதல் சீன நாட்டில் வேளாண்மை சிறந்திருந்தது. கி.மு. 2700-ல் வாழ்ந்த ஷென்-நங் (Shen-nung) என்பவர் வேளாண்மை, மருத்துவத்தின் தந்தை (Father of Agriculture and Medicine) என்று அழைக்கப்படுகிறார். இவர்தான் முதன்முதலில் கலப்பையினையும், தானிய வகைகளில் முதல் ஐந்து வகையான தானியங்களையும் விதைத்தவர் என்றும் அறிகிறோம். இக் காலம் முதற்கொண்டு எலுமிச்சை, ஆரஞ்சு முதலான கனி வகைகளையும், அரிசியையும் பயிரிட்டு வந்தனர்.

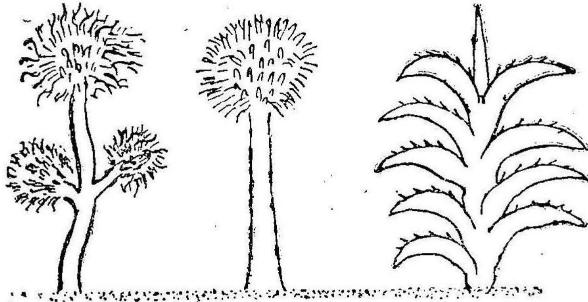
தேயிலை சீன நாட்டின் நாகரிகம், வரலாறு இவற்றோடு இணைந்து பன்னெடுங்காலமாகப் பயிரிடப்பட்டு வந்துள்ள பயிராகும். சீன நாட்டில் தேயிலை இயற்கையாகவே காணப்படுகிறது என பென்-ட்சாவோ (Pen-t'sao) என்பவர் கூறுகிறார். நம் நாட்டில் மேற்கு அஸ்ஸாமில் உள்ள மலைச்சாரல்களில் தேயிலை இயற்கையாகக் காணப்படுகிறது. சீன மொழியில் மா ஹுவாங் (Ma Huang) என வழங்கப்படும் எஃபிட்ரா (Ephedra) என்னும் மருந்துக்குப் பயன்படும் செடி நீண்ட காலமாகவே பயிரிடப்பட்டு வருகிறது.

மாதுளம்பழம், பட்டாணி, கேரட் முதலிய பயிர்கள் மேற்கு ஆசிய நாடுகளிலிருந்து சீன நாட்டிற்குக் கொண்டு வரப்பட்டுப் பயிரிடப்பட்டன. இந் நிகழ்ச்சி யுவான் வமிசத்தவர் (Yuan Dynasly, (128-1368) சீன நாட்டை அரசாட்சி செலுத்திய பொழுது நிகழ்ந்தது என பென்-ட்சாவோ கூறுகிறார்.

காங்-ஹி (Khang-Hi, 1662-1723) என்ற பேரரசர் வயல்களில் முன்முதிர்ச்சி அடையும் அரிசியைத் தேர்ந்தெடுத்து, அதற்கு யு-மி

(Yu-mi) என்ற பொருளில் பேரரசு நிலைக்குரிய அரிசி (imperial rice) என்று பெயரிட்டு, அதை மக்கள் யாவரும் பயிரிடும்படி சிபாரிசு செய்தார்.

அமெரிக்க இந்தியர்களின் தாவர அறிவு: அமெரிக்க இந்தியர்கள் அமெரிக்க நாட்டின் பழங்குடி மக்கள். இவர்கள் தங்கள் உணவுக்கெனவும், மருந்திற்கெனவும் பல பயிர்களை வளர்த்து வந்தனர். மெக்ஸிகோ நாட்டில் வாழ்ந்த நஹாட்ல் (Nahuatl) என்று சொல்லப்படும் குடிமக்கள் பயன்தரும் தாவரங்கள் பலவற்றைப் பற்றி அறிந்திருந்தார்கள். சுமார் கி.பி. 1520ஆம் ஆண்டிலேயே ஐரோப்பிய நாடுகளில் தாவரவியல் அறிவு பரவாத காலத்தில் மெக்ஸிகோ நாட்டில் ஒரு தாவரவியல் பூங்கா (Botanical Garden) அமைந்திருந்தது என அறிகிறோம். மெக்ஸிகோ நாட்டில் மருந்துக்காகப் பல தாவரங்களைப் பயன்படுத்தியதோடு பல மருந்துத் தாவரங்களையும், வேர்களையும் பல நாடுகளுக்கும் ஏற்றுமதி செய்தார்கள் என ஐந்தாம் சார்லஸ் மன்னருக்கு (Charles V), ஹெர்னண்டஸ் கார்டிஸ் (Hernandes Cortes) எழுதிய கடிதத்திலிருந்து அறிகிறோம். மருந்துத் தாவரங்களைத் தவிர, அழகிற்காகப் பல பூ வகைகளையும் பயிரிட்டு வந்தனர். அஸ்டெக் (Aztec) மொழியில் கி.பி. 1552-ல் இரு அமெரிக்க இந்தியர்கள் பல வகையான தாவரங்களைப் பற்றிய விவரங்களையும், அவற்றை



படம் 4. யூக்காவும் கற்றாழையும்

(மெக்ஸிகோ படத்தொகுப்பு நூலிலிருந்து எடுத்த படங்கள்)

எவ்வாறு பயன்படுத்துவது என்பது பற்றியும் ஒரு நூலை எழுதியுள்ளனர். மெக்ஸிகோ நாட்டில் காணப்பட்ட யூக்கா (Yucca), கற்றாழை (Agave) முதலியவற்றைப் படத்தில் காணலாம்.

அஸ்டெக் இன மக்கள் ஆன்ஜினு (Angina) என்ற நோயிற்கு



படம் 5. ஸாந்தோசோமா
(பாடியானஸின் கையெழுத்துப் பிரதியிலிருந்து எடுத்த படம்)

ஸாந்தோசோமா என்ற செடியைப் பயன்படுத்தினார்கள். இதைப் படத்தில் காணலாம்.

பழங்காலம் முதற்கொண்டு பயிரிடப்பட்டு வந்த சில பயிர்களின் விவரங்களைக் காண்போம் :

மக்காச்சோளம் : ஆங்கில மொழியில் மெய்ஸ் (Maize) என்று வழங்கப்படுவது ஹயாட்டியன் நாட்டு மொழியில் (Haytian language) மாஹிஸ் (Mahiz) என்ற சொல்லிலிருந்து வந்தது. இச் சொல்லைக் கொலம்பஸ் (Columbus) குயூபா (Cuba) நாட்டில் வாழ்ந்த பழங்குடிமக்களிடமிருந்து அறிந்தார். மக்காச்சோளம் ஐரோப்பாக் கண்டத்தில் உள்ள நாடுகளுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு, அங்குப் பல நாடுகளிலும் பயிரிடப்பட்டது.

மெக்ஸிகோ நாட்டில் வாழ்ந்த டால்டெக் (Taltec) என்ற இனத்தைச் சேர்ந்தவர்கள் மக்காச்சோளத்தைச் சென்ட்லி (Centli) என்று வழங்கினர் ; அதன் முக்கியத்துவத்தை உணர்த்தும் பொருட்டு, சென்ட்யூல் (Centeul) என்ற தேவதையை வழிபட்டு வந்தனர். முதன்முதலில் செய்யப்பட்ட அறுவடை இத் தேவ

தைக்குப் படைக்கப்பட்டது. மழைக்காகவும், போர்களுக்காகவும் பல தேவதைகளை அச்சத்துடனும், மரியாதையுடனும்



படம் 6. அஸ்டெக் இனத்தவரின் மழைக்கடவுள்
ஒரு கையில் மக்காச்சோளப் பயிரை வைத்திருக்கிறது. ஒரு ஜாடியில் மக்காச்சோளம் வைக்கப்பட்டுள்ளது.

வணங்கி வந்த அஸ்டெக் இனத்தைச் சேர்ந்த மக்களும் மக்காச்சோளத் தேவதையான சென்ட்யூஸ் அன்புடன் வழிபட்டு வந்தனர். லலாகி (Tlalac) என்ற மழை உண்டாக்கும் தேவதை மக்காச்சோளத்துடன் காணப்படுவதைப் புத்தகத்தில் வரைந்துள்ளனர்.

மக்காச்சோளம் கௌதமாலா நாட்டில் தோன்றியது என்று கெம்ப்டன் (Kempton) என்ற அறிஞர் கருதுகிறார்; யூக்ளீனா மெக்ஸிகானா (Euchlaena mexicana) என்ற தாவரத்திலிருந்து மக்காச்சோளம் தோன்றியதாகக் கருதுகிறார். 'இன்று காணும் மக்காச்சோளம் இயற்கையாகக் காணப்படும் ஸியா மய்ஸ் (Zea mays) பயிரிலிருந்து வேறுபட்டு உண்டாகியது என்றும், இது டிரிப்ஸாகம் (Tripsacum) என்ற பயிரிலிருந்து உண்டாகியது' என்றும் மாங்கெல்ஸ்டார்ஃப் (Mangelsdorf) என்பவரும், ரீவ்ஸ் (Reeves) என்பவரும் செய்த அரிய ஆராய்ச்சியிலிருந்து அறிகிறோம். பெரு (Peru) நாட்டில் இயற்கையாகப் பல மக்காச்சோள வகைகள் காணப்படுவதால், அந் நாடு மக்காச்சோளத்தின் தாயகமாக இருந்திருக்கக் கூடும் என வாவிலோவ் (Vavilou) என்ற அறிஞர் கருதுகிறார்.

எவ்வாறு தோன்றியிருந்த போதிலும், மக்காச்சோளம் கற்காலத்திலிருந்து (Stone Age) பயிரிடப்பட்டு வந்தது என அறிகிறோம். இப் பயிரை அமெரிக்க இந்தியர்கள் பன்னெடுங் காலமாகவே பயிர் செய்து வந்துள்ளனர். இதில் பல வகைகளையும், பலவிதப் பயன்களையும் அறிந்திருந்தனர். இஃது உழுது பயிரிடப்பட்டுப் பெண்களால் களை எடுக்கப்பட்டு வளர்க்கப் பட்டதென அறிகிறோம்.

உருளைக்கிழங்குச் செடி (Solanum tuberosum): தென் அமெரிக்காவின் பெரு (Peru), சிலி (Chile) நாடுகளே உருளைக்கிழங்குச் செடியின் தாயகம் எனக் கருதப்படுகிறது. 16ஆம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் இந் நாடுகளிலிருந்து உருளைக்கிழங்கு பல நாடுகளுக்கும் பரவிற்று. பெரு (Peru), பொலிவியா (Bolivia) நாடுகளில் குளிரைத் தாங்கிக்கொள்ளும் உருளைக்கிழங்கு வகைகளைக் கண்டு பிடித்தனர். ஐரோப்பிய நூல்களில் உருளைக்கிழங்கைப் பற்றிப் பீடர் மார்டிர் (Peter Martyr) என்பவர் பத்தாவது லியோ (Leo X) என்ற போப்பிற்கு எழுதிய கடிதத்திலிருந்து அறிகிறோம்.

தென் அமெரிக்காவில் ஆண்டியன் பகுதியில் (Andean Regio n) முதன்முதலில் உருளைக்கிழங்குச் செடி காணப்பட்டதாக வைட் (Wight) என்பவர் கருதுகிறார். சிலி நாட்டில் சொலேனம் டுபெரோசம் என்ற உருளைக்கிழங்குச் செடி இயற்கையாகக் காணப்பட்டதாக வைட் கூறுகிறார். ஆண்டிஸ் பகுதியில் 'பாபா அமரில்லா' (Papa Amarilla) என்ற பெயருடைய மஞ்சள் நிறமுள்ள உருளைக்கிழங்குச் செடி வகையைப் பயிரிட்டு வந்தனர். இப் பயிர் கி.மு. 800ஆம் ஆண்டிலிருந்து பயிரிடப்பட்டு வந்தது என இடுகாடுகளில் காணப்படும் தாழிகளிலிருந்து அறிகிறோம்.

தென் அமெரிக்காவில் பொலிவியாவின் பீடபூமியிலிருந்தும், சிலி நாட்டின் அருகில் உள்ள கிலோ (Chiloe) என்ற தீவிலிருந்தும் உருளைக்கிழங்கு தோன்றியிருக்கக் கூடும் என்று வாவிலோவ் கூறுகிறார். பொலிவியாவிலிருந்து தோன்றிய கிழங்கு சோலேனம் ஆண்டிஜினம் (Solanum andigenum) என்ற வகையையும், கிலோ என்ற தீவிலிருந்து தோன்றிய வகை சொலேனம் டுபெரோசம் வகையைச் சார்ந்தது எனவும், இவ்வகையே ஐரோப்பிய நாடுகளுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்பட்டுப் பயிராக்கப்பட்டது எனவும் அறிகிறோம். தென் அமெரிக்காவிலிருந்து உருளைக்கிழங்கை ஸ்பெயின் நாட்டுப் பயணிகள் (Spanish Travellers) ஐரோப்பாவிற்கு எடுத்துச் சென்றிருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது. கி.பி. 1588ஆம் ஆண்டில் உருளைக்கிழங்குச் செடி ஐரோப்பாவின் பல நாடுகளிலும் பயிரிடப்பட்டதாக அறிகிறோம்.

அமெரிக்க இந்தியர்கள் அவாகாடோக் (Avacado) கனியை உணவிற்காகவும் மருந்திற்காகவும் பயன்படுத்தினர். அஸ்டெக் இனத்தவர் இக் கனியை அஹுவகாகுவா ஹுய்ட்ல் (Ahuaca quahuitl) என்று அழைத்தனர். ஸ்பெயின் நாட்டு மக்கள் சுருக்கம் கருதி, அஹுவாகேட் (Ahuacate) என அழைத்தனர். இதன் கனி உணவாகவும், விதை பல்வலிக்கும் மருந்தாகவும் பயன் படுத்தப்பட்டன. இதன் இலை, பட்டைகளின் சாறு வலியை நீக்குகிறது.

இவ்விதமாகப் பல தானியங்களும், உணவுப்பயிர்களும் பல நாடுகளிலிருந்தும் தோன்றி, உலகமெங்கும் பரவலாயிற்று.

இந்தியா-இந்தியர் : உலகில் உள்ள பல நாடுகளிலும் உள்ள தாவரங்களைப்பற்றிய அறிவினை ஆராயும்போது, இந்திய நாட்டில் தாவரங்களைப்பற்றிய அறிவு எவ்வாறு இருந்தது என்று ஆராய்வது மிகவும் அவசியமாகிறது. நம் நாட்டில் தோன்றிய வேதங்களிலும், இதிகாசங்களிலும் தாவரங்களைப்பற்றிய செய்திகள் மிகுதியாகச் சொல்லப்பட்டுள்ளன. உலகின் மிகப் பழைய நாகரிகம் பெற்ற நாடுகள் என்று சிறப்பித்துச் சொல்லப் படும் நாகரிகங்களுள் இந்திய நாகரிகமும் பண்பாடும் பண்டைய நாள்களிலேயே புகழ் பெற்று விளங்கின. இந்திய நாட்டில் மிகப் பழங்காலத்திலேயே உணவுக்கெனவும், உடைக்கெனவும், மருந்திற் கெனவும் பல தாவரங்களின் பயன்களைத் தெரிந்து, அவற்றை முறையாகப் பயிரிட்டு வந்தனர் என்று அறிகிறோம். அக் காலத் தில் மிகவும் புகழ் பெற்று விளங்கிய கணிதம், வானநூலுடனும் மருத்துவ நூலும் சிறந்து விளங்கிற்று. இத்தகைய மருத்துவ நூலில் பெரும்பாலான தாவரங்களைப்பற்றிய விவரங்களையும், அவற்றின் பிணி தீர்க்கும் தன்மைகளைப்பற்றியுமே சொல்லப் பட்டுள்ளன.

பழந்தமிழ் நாட்டில் தாவரங்களைப்பற்றிய அறிவு : கல் தோன்றி மண் தோன்றாக் காலத்தே முன்தோன்றி மூத்த இனமான நம்தம் தமிழக மக்களிடையே தாவரங்களைப்பற்றிய அறிவு எவ்வாறு இருந்தது என்பதை ஆயும்போது, அத்தகைய பழந்தமிழர் வாழ்வு இயற்கையோடு இயைந்த வாழ்க்கையாக இருந்ததால், அவர்களும் தாவரங்களும் ஒன்றாக வாழ்ந்தனர். அவர்களுடைய வாழ்வும் வளமும் தாவரங்களின் வாழ்வு வளத்தோடு பின்னப் பட்டிருந்தன என அறிகிறோம்.

“ மாயோன் மேய காடுறை யுலகமும்
சேயோன் மேய மைவரை யுலகமும்
வேந்தன் மேய தீம்புன லுலகமும்

வருணன் மேய பெருமணல் உலகமும்
முல்லை குறிஞ்சி மருதம் நெய்தலெனச்
சொல்லிய முறையாற் சொல்லவும் படுமே"

என்ற பாடலிலிருந்து பழந்தமிழ் மக்கள் குறிஞ்சி, முல்லை, மருதம், நெய்தல், பாலை என்று வாழும் நிலங்களை ஐந்து வகைகளாகப் பிரித்து அறிந்திருந்தனர் என்று தெரிய வருகிறது. ஒவ்வொரு நிலத்திற்கும் ஒவ்வொரு தெய்வமும், மரங்களும், புள்ளும், உண்ணும் பொருள்களும், பறையும், யாழும், செய்தியும் எனப் பாகுபாடு செய்யப்பட்டுள்ளன.

உதாரணமாகக் குறிஞ்சி என்பது குன்றமும் குன்றஞ்சூழ்ப் பகுதியுமாகும். இதற்குரிய கடவுள் முருகவேள். அகிலும், ஆரமும், திமிசும், தேக்கும், வேங்கையும் போன்ற மரங்கள் இங்குக் காணப் படுகின்றன. இங்குள்ள மக்களின் தொழில்களாவன : தேன் அழித்தல், கிழங்கு அகழ்தல், குன்றம் ஆடுதல், தினைக்கிளி கடிதல். இவர்கள் உண்ணும் பொருள்கள் நெல்லும் தினையும் ஆகும். இங்குள்ள பூக்கள் குறிஞ்சி, காந்தள், வேங்கை, சுனைக் குவளை.

முல்லை என்பது காடும், காடு சூழ்ந்த பகுதியுமாகும். இதற் குரிய கடவுள் வாசுதேவன். இங்கு வாழும் மக்கள் இடையர் இடைச்சியர், ஆயர் ஆய்ச்சியர். இவர்கள் உண்பது வரகும் சாமையும் ஆகும். இங்குள்ள பூக்கள் முல்லையும் தோன்றியும் ; மரங்கள் கொன்றையும் குருந்தும்.

மருத நிலம் என்பது பெரும்பாலான சமநிலத்துடன் வயல் களையும் நீர்நிலைகளையும் கொண்டு விளங்குவது. இதற்குரிய தெய்வம் இந்திரன் ; மக்கள் உண்பது செந்நெல்லும், வெண் ணெல்லும் ; மரம் வஞ்சியும், காஞ்சியும், மருதும் ; பூக்கள் தாமரைப் பூவும், செழுங்கழுநீர்ப் பூவும்.

நெய்தல் நிலம் என்பது கடலும் கடல் சார்ந்த நிலப்பகுதியும் ஆகும். இதற்குரிய தெய்வம் வருணன் ; மரங்கள் புன்னையும், ஞாழலும், கண்டலும்; பூ வெள்ளிதழ்க் கைதையும், நெய்தலும் என அறிகிறோம்.

பாலை நிலம் என்பது இந் நால்வகை நிலத்தில் நீரின்மையால் ஏற்படும் நிலமே. எனவே, தொல்காப்பியனார் பாலைக்கு நிலம் வேண்டிற்றிலர் என்பது இக் கால அறிவியலுக்குப் பொருந்தியதே. பாலைக்கு நிலம் இல்லாமையின் தெய்வமும் குறிப்பிடப்படவில்லை.

ஆயின், பிறர் பாலைக்குப் பகவதியையும், ஆதித்தனையும் தெய்வம் என வேண்டினர். பாலைக்குரிய பூக்கள் மராம்பூவும், குராம் பூவும், பாதிரிப் பூவும் என்றும் ; மரங்கள் இருப்பையும் ஓமையும் என்றும் அறிகிறோம்.

பழந்தமிழ் மக்கள் இயற்கையோடு இயைந்த வாழ்வு நடாத்தினர் என்பதற்குச் சான்று அவர்கள் பாடிய பாடல்கள் பலவற்றிலும் தாவரங்களைப்பற்றிப் பல செய்திகள் கூறப்பட்டுள்ளன.

எடுத்துக்காட்டாக, கடைச்சங்க நூலாகிய இறையனாரகப் பொருளுரை ஏறக்குறைய 2000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு எழுதப் பெற்றது. இந் நூலில் பல தாவரங்கள் சிறப்பாகக் கீழ்க்கண்ட வாறு குறிக்கப்பட்டுள்ளன :

'சந்தனமும், சண்பகமும், தேமாவும் தீம்பலவும், ஆசினியும், அசோகும், கோங்கும், வேங்கையும், குரவமும் விரிந்து, நாகமும் திலகமும் நறவும் நந்தியும் மாதவியும் மல்லிகையும் மௌவலோடு மணங்கமழ்ந்து, பாதிரியும் பாவை ஞாழலும் பைங்கொன்றையும் பிணியவிழ்ந்து, பொரிப்புன்கும் புன்னாகமும் முருக்கொடு முகை சிறந்து. வண்டறைந்து தேனார்ந்து வரிக்குயில்கள் இசைபாட, தண் தென்றல் இடைவிராய்த் தனியவரை முனிவு செய்யும் பொழிலன் நடுவண், ஒரு மாணிக்கச் செய்குன்றின்மேல் விசும்பு துடைத்து, பசும்பொன் பூத்து, வண்டு துவைப்பத் தண்தேன் துளிப்பதொரு வெறியுறு நறுமலர் வேங்கை கண்டாள் ; கண்டு பெரியதொரு காதல் களி கூர்ந்து, தன் செம்மலர்ச்சீறடிமேற், சிலம்பு கிடந்து சிலம்பு புடைப்ப, அம் மலர் அணிக்கொம்பர் நடை கற்பதென நடந்து சென்று, நறைவரி வேங்கை நாண் மலர் கொய்தாள்.'

ஆரிய அரசன் பிரகத்தனுக்குத் தமிழ் அறிவித்ததற்குக் கபிலர் பாடிய குறிஞ்சிப் பாட்டில் 99 வகையான மலர்களின் பெயர்கள் கூறப்பட்டுள்ளன.

" உள்அகம் சிவந்த கண்ணேம், வள்இதழ்
ஒண்செங் காந்தள், ஆம்பல், அனிச்சம்,
தண்கயக் குவளை, குறிஞ்சி, வெட்சி,
செங்கோட்டு வேரி, தேமா, மணிச்சிகை

"பெரிய இதழ்களையுடைய செங்காந்தள், ஆம்பல், அனிச்சம், குளிர்ந்த நீர் நிறைந்த குளங்களில் பூக்கும் குவளை, குறிஞ்சி, வெட்சி, செங்கோடுகளையுடைய வேரி, இனிய கனிகளைக் கொடுக்கும் தேமாம்பூ, செம்மணிப் பூ,

" உரிதுநாறு அவிழ்கொத்து உந்தூழ், கூவிளம்,
எரிபுரை எறுழம், சுள்ளி, கூவிரம்,
வடவனம், வாகை, வல்பூங் குடசம்,
எருவை, செருவிளை, மணிப்பூங் கருவிளை,
பயினி, வானி, பல்இணர்க் குரவம்,

தனக்கே உரித்தான மணத்தையுடையதும், விரிந்த கொத்துக்களையுடையதுமான பெருமூங்கிற்பூ, வில்வம், நெருப்பைப் போன்ற நிறமுடைய எறுழம்பூ, மராமரப்பூ, கூவிரம்பூ, வடவனம், வாகை, வெண்மையான பூக்களுடைய வெட்பாலை, மஞ்சாய்க் கோரை, வெண்காக்கணம், நீலமணி போலப் பூக்கும் கருவிளம், பயினி, வானி, பல மஞ்சரிகளையுடைய குரவம்

"பசும்பிடி, வகுளம், பல்இணர்க் காயா,
விரிமலர், ஆவிரை, வேரல், சூரல்,
குரீஇப் பூளை, குறுநறுங் கண்ணி,
குருகிலை மருதம், விரிபூங் கோங்கம்,

பச்சிலை, மகிழம்பூ, பல மஞ்சரிகளையுடைய காயாம்பூ, விரிந்த ஆவிரம் பூக்கள், சிறு மூங்கிற்பூ, சூரற்பூ, சிறு பூளை, குன்றி, முருக்கிலை, மருதம், விரிந்த பூக்களை உடைய கோங்கு,

" போங்கம், திலகம், தேங்கமழ் பாதிரி,
செருந்தி, அதிரல், பெருந்தண் சண்பகம்,
கரந்தை, குளவி, கடிகமழ் கலிமா,
தில்லை, பாலை, கல்இவர் முல்லை,
குல்லை, பிடவம், சிறுமா ரோடம்,

மஞ்சாடி, தேன் மணக்கும் பாதிரி, செருந்தி, புனலி, குளிர்ந்துள்ள சண்பகம், மணமுள்ள கரந்தை, காட்டு மல்லிகை, தழைத்துள்ள மாம்பூ, தில்லை, பாலை, கல்லிலே மலரும் முல்லை, குல்லை, பிடவம், செங்கருங்காலி,

" வாழை, வள்ளி, நீள்நறு நெய்தல்,
தாழை, தளவம், முள்தாள் தாமரை,
ஞாழல், மௌவல், நறுந்தண் கொகுடி,
சேடல், செம்மல், சிறுசெங் குரலி,
கோடல், கைதை, கொங்குமுதிர் நறுவழை,

வாழை, வள்ளி, நீண்டு மணமுடைய நெய்தல், தெங்கின் பாளை, செம்முல்லை, முள்களோடுகூடிய தண்டுடைய தாமரை, புலிநகக் கொன்றை, மௌவல், குளிர்ச்சியும் மணமும் உடைய கொகுடி, பவழக்கால் மல்லிகை, சாதி, கருந்தாமக் கொடிப்பூ, வெண்கோடல், தாழம்பூ, தாது முதிர்ந்துள்ள சுரபுன்னை,

யன்னாட்டு மக்களிடையே தாவரங்களைப்பற்றிய அறிவு

"காஞ்சி, மணிக்குலை, கள்கமழ் நெய்தல்,
பாங்கர் மராஅம், பல்பூந் தணக்கம்,
ஈங்கை, இலவம், தூங்கிணர்க் கொன்றை,
அடும்பமர் ஆத்தி, நெடிங்கொடி அவரை,
பகன்றை, பலாசம், பல்பூம் பிண்டி,

காஞ்சிப் பூ, நீலமணி போன்ற கொத்துகளையுடைய தேன் மணக்கின்ற நெய்தல் பூ, கருங்குவளை, ஓமை, மரவம், பூக்கள் நெருங்கியுள்ள தணக்கம், இண்டம், இலவம், நீண்ட கொடியில் அசையும் அவரை, பகன்றை, பலாசம், பல பூக்களை உடைய அசோகம்,

"வஞ்சி, பித்திகம், சிந்து வாரம்,
தும்பை, துழாஅய், சுடர்ப்பூந் தோன்றி,
நந்தி, நறவம், நறும்புன் னாகம்,
பாரம், பீரம், பைங்குருக் கத்தி,
ஆரம், காழ்வை, கடியிரும் புன்னை,

வஞ்சி, பிச்சி, கருநொச்சி, தும்பை, துளசி, விளக்கினையொத்த பூக்களையுடைய தோன்றி, நந்தியாவட்டை, நறைக்கொடி, புன்னை, பருத்தி, பீர்க்கு, பசிய குருக்கத்தி, சந்தனப்பூ, அகிற்பூ, மணமுடைய பெரிய புன்னைப்பூ,

"நரத்தம், நாகம், நள்இருள் நாறி,
மாயிருங் குருந்தம், வேங்கையும் பிறவும்
அரக்குவிரித் தன்ன பரேரம் புழகுடன்
மால்அங்(கு) உடைய மலிவனம மறுகி?"

நாரத்தம், நாகம், இருவாட்சி, கரியதும் பெரியதும் ஆகிய குருந்தம், வேங்கை முதலிய பூக்களையும், பிற பூக்களையும் பெரிய அழகிய செம்பூவுடன், மழையினால் சுத்தமாக்கிய பாறைகளின் மீது குவித்து' என்று தொடர்ந்து செல்லும் அகத்திணைச் சங்கப் பாடலில் அக் காலப்புலவர்கள் தாவரங்களைப்பற்றி எத்தகைய விரிந்து பரந்த ஆழ்ந்த நுண்ணறிவு கொண்டிருந்தார்கள் என்பது தெளிவாக விளங்குகிறது.

பொதுவாகத் தாவரங்களைப்பற்றி அறிந்த தமிழர்கள் தம் நுண்மாண் நுழை புலத்தால் தாவரங்களின் அமைப்பியல் சிறப்புகளையும் விளக்கியுள்ளனர். எடுத்துக்காட்டாக தரைக்குக் கீழே காணப்படும் கிழங்குகளைப்பற்றிக் (Root tubers) கூறியுள்ளார்கள். சங்க நூல்கள் பலவற்றிலும் வள்ளிக்கிழங்கைப்பற்றிக் (Ipomoea batatas) கூறப்பட்டுள்ளது.

"தேனூறும்பற் கிழங்கொடு பெறூஉம்" (புறநானூறு)

" வள்ளி கீழ் விழா " (கலித்தொகை)

" கிழங்கு கிள்ளித் தேனெடுத்து
வளம்பாடி நடிப்போம் " (குற்றாலக் குறவஞ்சி)

வேர்கள் சில தாவரங்களில் மடக்கிய கால்களைப் போல் காணப்படும். இவற்றிற்கு உதைப்பு வேர்கள் (buttress roots) என்று பெயர். இதைப்பற்றி மணிமேகலையில் மணிபல்லவத் தீவின் வர்ணனையைப்பற்றிச் சொல்லும்பொழுது கூறப்படுகிறது.

" முடக்காற் புன்னையும் மடற்பூந் தாழையும் "

சில தாவரங்களில் வேற்றிட வெளி வேர்கள் (Aerial adventitious roots) தண்டிலிருந்து தொங்கியவண்ணம் ஆலமரத்தில் இருப்பதைப் பழந்தமிழ் நூல்களில் சொல்லப்பட்டுள்ளது.

" பல்வீழ் ஆலம் போல " (அகநானூறு)

மூங்கிலின் வேர்கள் காட்டுப் பன்றியின் உடம்பின்மேல் உள்ள பருத்த மயிர் போலக் காணப்படுகிறது என்று குறுந்தொகைப் பாட்டு உரைக்கிறது.

"... வெதிர்வேர் அன்ன பருஉமயிர்ப் பன்றி "

மேற்கூறிய வகையில் தாவரவியல்பற்றிக் கூற வேண்டும் என்ற நோக்கம் இன்றித் தாம் பாடும் பாடல்களில் இயற்கையைப் பற்றிச் சொல்லும்பொழுதெல்லாம் அவர்கள் ஊனோடும், உணர்வோடும் கலந்துள்ள தாவரங்களைப்பற்றிக் கூறப்படுவது இயற்கையே. தனிப்பட்ட தாவரங்களைப்பற்றிய செய்திகள் மிகப் பலவாதலின், சுருக்கம் கருதி, நூல் நோக்கத்தினை உள்ளத்தில் கொண்டு ஐவகை நிலங்களையும் அவற்றிற்குரிய தாவரங்களைப்பற்றியும் ஈண்டுக் காண்போம் :

குறிஞ்சி : திணைகளில் சிறப்புப் பெற்றது குறிஞ்சித் திணை. இது முதல் திணையுமாகும். பண்டைய மக்கள் தோற்ற வரலாற்றில் மலையும் மலை சார்ந்த இடங்களுமே மக்களினத்தின் வாழ்விடங்களாயின. அக வாழ்க்கையில் கூடுவது முதல் கட்டம் ஆதலின், குறிஞ்சியே முதல் திணை ஆயிற்று. குறிஞ்சி நிலத்திற்குரிய பெரிய குறிஞ்சிப் பூவினால் (Strobilanthes kunthianus) இப்பெயர் வந்ததாகும். இச் செடி 12 ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறை பூக்கும் சிறப்புப் பெற்றது. இதைப்பற்றிய செய்திகளைப் பல பாடல்களிலும் காண்கிறோம்.

" கருங்கோற் குறிஞ்சி மதனில வான்பூ
நாறுகொள் பிரச மூறுநா டற்கு (நற்றிணை)

" கருங்கோல் குறிஞ்சிப்பூக் கொண்டு
பெருந்தே னிழைக்கும் நாடனொடு நட்பே"

(குறுந்தொகை).

" கருங்கோற் குறிஞ்சி யடுக்கம் " (புறநானூறு)

முல்லை : மலைகளை அடுத்த காடும் காடுகளை சார்ந்த மேட்டுப் பகுதியும் முல்லை நிலமாகும்.

சங்கப் பாடல்களில் 'முல்லைப் பாட்டு' என்ற தனியானதொரு நூலே உள்ளது. இந் நூலில் முல்லை நிலத்தைப்பற்றியும், அதில் காணப்படும் மலர் இனங்களைப்பற்றியும் சொல்லப்பட்டுள்ளது. முல்லை நிலத்தைப்பற்றிக் கீழ்க்கண்டவாறு வர்ணிக்கப்பட்டுள்ளது:

" செறிஇலைக் காயா அஞ்சனம் மலர
முறிஇணர்க் கொன்றை நன்பொன் கால
கோடல் குவிமுகை அங்கை அவிழ
கோடுஆர் தோன்றி குருதி பூப்பக்
கானம் நந்திய செந்நிலப் பெருவழி "

முல்லை நிலத்தில் காணப்படும் மலர்களைப்பற்றிக் கீழ்க் காணும் பாடல்கள் விளக்குகின்றன :

" இலைஇல பிடவம் ஈர்மலர் அரும்பப்
புதல்இவர் தளவம் பூங்கொடி அவிழப்
பொன்எனக் கொன்றை மலர, மணிஎனப்
பன்மலர் காயாங் குறுஞ்சினை கஞலக்
கார்தொடங் கின்றே காலை " (நற்றிணை)

" பிடவமும், கொன்றையும், கோடலும்
மடவ ஆகலின் மலர்ந்தன பலவே " (நற்றிணை)

" காயா, கொன்றை, நெய்தல், முல்லை
போதுஅவிழ் தளவமொடு பிடவு " (ஐங்குறுநூறு)

" மெல்இணர்க் கொன்றையும், மென்மலர்க் காயாவும்
புல்இலை வெட்சியும், பிடவும், தளவும்,
குல்லையும், குருந்தும், கோடலும், பாங்கரும் "
(முல்லைக்கலி)

" இருவிசேர் மருங்கிற் பூத்த முல்லை
வெருகுசிரித் தன்ன பசுவீ மென்பிணிக்
குறுமுகை யவிழ்ந்த நறுமலர்ப் புறவின் " (குறுந்தொகை)

" தண்துளிக் கேற்ற பைங்கொடி முல்லை
முகைத்தலை திறந்த நாற்றம் புதல்மிசைப்
பூவமல் தளவமொடு தேங்கமழ்பு கஞல " (குறுந்.)

முல்லை மலர் கார் காலத்தில் மலர்வது, மாலையில் மலரும் என்பதற்கான பல பாடல்கள் காணப்படுகின்றன :

"கார்புறந் தந்த நீருடை வியன்புலத்துப்
பல்ஆ புகுதரூஉம் புல்லென் மாலை
முல்லை! வாழியோ முல்லை! நீநின்
சிறுவெண் முகையின் முறுவல் கொண்டனை ;
நகுவை போலக் காட்டல்
தகுமோ, மற்றுஇது தமியோர் மாட்டே ?" (முல்லைப்பாட்டு)

"அருவி வானம் கார்சிறந்து ஆர்ப்பப்
பருவம் செய்தன பைங்கொடி முல்லை."

"அஞ்சிறை வண்டின் அரியினம் மொய்ப்ப
மென்புல முல்லை மலரும் மாலை" (ஐங்குறுநூறு)

மருதம் : சமவெளி நிலத்தில் வயலும் வயல் சூழ்ந்த இடமும் மருதம் என வழங்கப்படுகின்றது. மருத நிலத்தில் அருவியும், ஆற்றங்கரையும் காணப்படும். மருத நிலத்தின் அமைப்பைக் கீழ்க்காணும் பாடல் விளக்குகிறது :

"தேம்பாய் மருத முதல் படக் கொன்று
வெண்டலைச் செம்புனல் பரந்துவாய் மிகுக்கும்
பலசூழ் பதப்பர் பரிய வெள்ளத்துச்
சிறைகொள் பூசலிற் புகன்ற வாயம்
முழவிமிழ் மூதூர் விழவுக்காணூஉப் பெயரும்
செழும்பல் வைப்பிற் பழனப் பாலும்" (பதிற்றுப்பத்து)

மருத நிலம் ஆற்றங்கரையோரம் அமைந்திருக்கும் என்பதற்குக் கீழ்க்காணும் பாடல்கள் சான்று பகர்கின்றன :

"வருபுனல் வையை மருதொடு முன்றுறை" (சிலப்பதிகாரம்)

"நெடுவெண் மருதொடு வஞ்சி சாஅய்
விடுபூ வந்த பெருநீர்க் காவிரி" (அகநானூறு)

"வருபுனல் வையை வார்மண லகன்றுறைத்
திருமருது தோங்கி விரிமலர்க் காவின்" (அகநானூறு)

மருத நிலத்திற்குரியது மருத மரம் என்றும், அது நீர்நிலைகளின் அருகில் காணப்படும் என்றும் கூறப்பட்டுள்ளது. மற்றும் அங்குள்ள நீர்த்தடாகங்களில் ஆம்பல், அல்லி, குவளை, சேம்பு முதலிய தாவரங்களும் காணப்படும் என்று கூறப்பட்டுள்ளது.

"மருதுயர்ந் தோங்கிய விரிபூந் துறை" (ஐங்குறுநூறு)

"உயர்சினை மருதத் துறையுறத் தாழ்ந்து
நீர்நணிப் படிகோடு ஏறிச்சீர் மிக" (புறநானூறு)

"மருதிமிழ்ந் தோங்கிய நளியிரும் பரப்பின்
மணன்மலி பெருந்துறைத் ததைந்த காஞ்சியொடு"
(பதிற்றுப்பத்து)

"நீலத் தன்ன அகல்இலைச் சேம்பின்
பிண்டம் அன்ன கொழுங்கிழங்கு மாந்திப்
பிடிமடிந் தன்ன கல்மிசை ஊழ்இழிபு
யாறுசேர்ந் தன்ன ஊறுநீர்ப் படாஅர்ப்
பைம்புதல் நளிசினைக் குருகுஇருந் தன்ன
வன்பிணி அவிழ்ந்த வெண்கூ தாளத்து
அலங்குஇலை அலரி தீண்டித் தாதுஉக"

நெய்தல்: கடலும் கடல் சார்ந்த இடமும் நெய்தல் நிலமாகும். இதற்குரியது நெய்தற்செடி. கடலொடு நதிகள் கலக்குமிடத்திற்கும், கடல்நீர் நிலப்பகுதியில் நுழைந்துள்ள இடத்திற்கும் கழி என்பது பெயர். இவ்விடத்தில் நெய்தல், தாழை, புன்னை போன்ற தாவரங்கள் காணப்படுவதாகப் பழந்தமிழ்ப் பாடல்கள் செப்பிச் செல்கின்றன.

"பாசடை நிவந்த கணைக்கால் நெய்தல்
இனமீ னிருங்கழி யோதம் மல்குதொறும்"
(குறுந்தொகை)

"கழிசேர் மருங்கிற் கணைக்கா னீடிக்
கண்போற் பூத்தமை கண்டு நுண்பல
சிறுபா சடைய நெய்தல்" (நற்றிணை)

"மணிப்பூ நெய்தல் மாக்கழி நிவப்ப" (அகநானூறு)

"இருங்கழி ஓதம் இல்லிறந்து மலிர
வள்ளிதழ் நெய்தல் கூம்ப" (நற்றிணை)

கடற்கரையருகில் பொதுவாகக் காணப்படும் புன்னை மரம், பழந்தமிழ்ப் பாடல்கள் பலவற்றிலும் சிறப்பாகக் கூறப்பட்டுள்ளது.

"இருடிணிந் தன்ன ஈர்ந்தண் கொழுநிழல்
நிலவுக்குவித் தன்ன வெண்மண லொருசிறைக்
கருங்கோட்டுப் புன்னைப் பூம்பொழில் புகப்ப"
(குறுந்தொகை)

"இரும்பி னன்ன கருங்கோட்டுப் புன்னை
நீலத் தன்ன பாசிலை யகந்தொறும்
வெள்ளி யன்ன விளங்கிணர் நாப்பண்
பொன்னி னன்ன நறுந்தா துதிர" (நற்றிணை)

"வான்கடற் பரப்பில் தூவற் கெதிரிய
மீன்கண் டன்ன மெல்லரும் பூழ்த்த
முடவுமுதிர் புன்னைத் தடவுநிலை மாச்சினை" (அகநானூறு

கடற்கரையருகில் நெய்தல் நிலத்திற்குரிய மற்றொரு சிறப்புடைத் தாவரமாகிய தாழையைப்பற்றியும் பல பாடல்கள் கூறியுள்ளன.

"முழங்குதிரை கொழீஇய மூரியெக்கர்த்
தடந்தாட் டாழை முள்ளுடை நெடுந்தோட்டு"
(நற்றிணை)

"எறிதிரை தொகுத்த எக்கர் நெடுங்கோட்டுத்
துறுகடற் றலைய தோடுபொதி தாழை" (நற்றிணை)

"அலைநீர்த் தாழை அன்னம் பூப்பவும்"
(சிறுபாணாற்றுப்படை)

"தயங்குதிரை பொருத தாழை வெண்பூக்
குருகென மலரும் பெருந்துறை" (குறுந்தொகை)

பாலை : நிலத்தில் நீர் குறைந்துள்ள பகுதி பாலை எனப்படும். இதற்குரிய மரம் பாலை மரம் எனப்படும்.

"பிடிபிளந் திட்ட நாரில்வெண் கோட்டுக்
கொடிறுபோல் காய வாலிணர்ப் பாலைச்
செல்வளி தூக்கலி னிலைதீர் நெற்றங்
கல்லிழி யருவியி னொல்லென வொலிக்கும்" (நற்றிணை)

பாலை நிலத்தின் கொடுமையைக் கூறும்போது, அங்கு யானை ஒடித்து எஞ்சியிருக்கின்ற யா மரத்தின் இலைகளற்ற கிளைகளில் வரிவரியாக உள்ள நிழலில் கற்றுழையையுண்டு மான்கள் உறங்குவதாகக் கூறப்படுகிறது.

"மரல்புகா அருந்திய மாஎருத்து இரலை
உரல்கால் யானை ஒடித்துஉண்டு எஞ்சிய
யாஅவரி நிழலில் துஞ்சும்" (குறுந்தொகை)

பாலை நிலத்தின் கொடுமையைக் காவன்முல்லைப் பூதனார் என்பவர் அழகானதொரு பாட்டிலே சிறந்த ஓவியமாகத் தீட்டுகிறார்.

"தீய்த்த மராஅத் தோங்கல் வெஞ்சினை
வேனில் ஓரிணர் தேனொடு டூதி
ஆராது பெயரும் தும்பி
நீரில் வைப்பின் சுரன்" (குறுந்தொகை)

சுனைகளில் நீர், குறைந்த வெப்பமிகுதியினால் கொதிக்கிறது. உயிர்கள் எல்லாம் பசித்து வாடுகின்றன. மரங்கள் தீய்ந்து காய்தலால், இலைகளின்றி நிழலின்றிக் காணப்படுகின்றன.

காய்ந்த மாமரத்தின் உச்சியில் ஒரே ஒரு பூங்கொத்து இருந்தது. அதில் தும்பி தேன் அருந்தச் சென்று, தேன் இல்லாமையால் திரும்பி விட்டது என்று பாடுகிறார்.

பாலை நிலத்தைப்பற்றிய பாடல்களைச் சிறப்பாகப் பாடியதால், பெருங்கடுங்கோ என்ற புலவர் பாலை பாடிய பெருங்கடுங்கோ என்று சிறப்பித்துக் கூறப்படுகிறார். இவர் பாலை நிலத்தில் கள்ளிகள் நிறைந்திருப்பதாகக் கூறுகிறார்.

"அங்கால் கள்ளியங் காடு" (குறுந்தொகை)

பாலை நிலத்தில் உணவு கிடைக்காமல் பெண்யானையின் பசியைத் தீர்ப்பதற்காக ஆண்யானை தனமுகளோ, மூங்கிலோ கிடைக்காமல் யா மரத்தின் மெல்லிய கிளையை ஒடித்து, அதன் பட்டையை உரித்துப் பெண் யானைக்குக் கொடுக்கிறது.

"பிடிபசி களைஇய பெருங்கை வேழம்
மென்சினை யாஅம் பொளிக்கும்
அன்பின தோழி அவர்சென்ற ஆறே" (குறுந்தொகை)

பாலை நிலத்தில் உணவின்மையால் யானை பனங்குருத்தினை உண்டதாக அகநானூறு கூறுகிறது.

"பனைவெளிறு அருந்து பைங்கண் யானை" (அகநானூறு)

மகரந்தச்சேர்க்கை : பூக்களில் காணும் நுண்ணிய மகரந்தங்களைப் பற்றியும், பூக்களை நாடி வண்டுகள் வருவதையும், அதனால் மகரந்தச்சேர்க்கை உறுவதையும் பல பாடல்கள் சொல்லுகின்றன.

" —விரிமலர்த்
தாதுஉண் வண்டினும் பலரே" (ஐங்குறுநூறு)

" —பழனத்து
வண்டுதாது ஊதும் ஊரன்
பெண்டுஎன விரும்பிற்று, அவள்தன் பண்பே."
(ஐங்குறுநூறு)

"மகிழ்நன் மாண்குணம் வண்டுகொண் டனகொல்?
வண்டின் மாண்குணம் மகிழ்நன்கொண் டான்கொல்?
அன்னது ஆகலும் அறியாள்
எம்மொடு புலக்கும்அவன் புதல்வன் தாயே"
(ஐங்குறுநூறு)

" —பல்பொழில்
தாதுஉண் வெறுக்கைய ஆகி, இவள்
போதுஅவிழ் முச்சி ஊதும் வண்டே." (ஐங்குறுநூறு)

" யாழ்இசை இனவண்டு ஆர்ப்ப, நெல்லொடு
நாழி கொண்ட நறுவீ முல்லை" (முல்லைப்பாட்டு)

" நறுந்தா தாடிய தும்பி பசுங்கேழ்ப்
பொன்னுரைக் கல்லி னன்னிறம் பெறூஉம்"
(நற்றிணை)

" துளிதலைத் தலைஇய சாரல் நளிசுனைக்
கூம்புமுகை அவிழ்ந்த குறுஞ்சிறைப் பறவை
வேங்கை விரியிணர் ஊதிக் காந்தள்
தேனுடைக் குவிகுலைத் துஞ்சி யானை
இருங்கவுள் கடாஅம் கனவும்" (அகநானூறு)

" வண்டுதாது ஊதத் தேரை தெவிட்டத்
தண்கமழ் புறவின் முல்லை மலர" (ஐங்குறுநூறு)

உவமைகள் : பழந்தமிழர் வாழ்வில் தாவரங்கள் எத்தகைய நிலையில் அவர்களுடன் உறவாடின என்பதை அவர்கள் கூறும் உவமைகளிலிருந்து அறிந்துகொள்ளலாம்.

மூங்கில்கள் மகளிரது தோளுக்கும், குவளை, நெய்தல் மலர்கள் கண்களுக்கும் உவமையாக எடுத்துரைக்கப்பட்டுள்ளன. மகளிரது கண்கள் நெய்தல் மலருக்கு உவமையாகக் கூறப்பட்டுள்ளன.

" பாசடை நிவந்த கணைக்கால் நெய்தல்
இனமீன் இருங்கழி ஓதம் மல்குதொறும்
கயம்மூழ்கு மகளிர் கண்ணின் மானும்"
(குறுந்தொகை)

மூக்கிற்கு உவமையாக எள்ளுப் பூவினைக் கூறப்பட்டுள்ளது. கை விரல்களுக்குக் காந்தள் மலர் உவமையாகக் கூறப்பட்டுள்ளது.

" முளிதயிர் பிசைந்த காந்தள் மெல்விரல்
கழுவுறு கலிங்கம் கழாஅது உடீஇக்
குவளை உண்கண் குய்ப்புகை கமழத்
தான்துழந்து அட்ட தீம்புளிப் பாகர்
இனிதெனக் கணவன் உண்டலின்
நுண்ணிதின் மகிழ்ந்தன்று ஒண்ணுதல் முகனே."
(குறுந்தொகை)

" கொடிச்சியர் கூப்பி வரைதொழு கைபோல்
எடுத்த நறவின் குலையலங் காந்தள்" (கலித்தொகை

" செழுங்குலைக் காந்தள் கைவிரல் பூப்பவும்"
(சிறுபாணாற்றுப்படை)

"சிலம்புகமழ் காந்தள் நறுங்குலை அன்ன
நலம்பெறு கையினென் கண்புதைத் தோயே"

(ஐங்குறுநூறு)

சித்த மருத்துவம் : வாழ்வியல் ஒழுக்கத்தை வரையறுத்த பழந்தமிழ்ச் சான்றோர் வகுத்த மருத்துவ முறை மிகவும் சிறந்ததொன்றாகும்.

"நோய்நாடி நோய்முதல் நாடி அதுதணிக்கும்
வாய்நாடி வாய்ப்பச் செயல்."

என்கிறது தமிழ் மறை. இத்தகைய மருத்துவ முறைகள் அடங்கியதே சித்தர்கள் வகுத்த பழந்தமிழர் மருத்துவ முறையாகும்.

ஆதிசக்தி தன் அருளால் சித்த மருத்துவம் தோன்றியது என்று கருதப்படுகிறது. 'சக்திதான் யென்றும் சமைந்து உருவாகுமே' என்றார் திருமூலர். சக்தியின் அருள் பெற்றவர்களே சித்தி பெற்ற சித்தர்கள். சித்தர்வாழ் நாடென்று நம் தமிழகம் போற்றப்படுகின்றது. உதாரணமாக, திருவாடுதுறை நவகோடி சித்தர் புரம் என்றும், பழனிமலை சித்தன் வாழ்மலை என்றும் அழைக்கப்படும். கஞ்சமலைச் சித்தர் கோயில் காலாங்கிச் சித்தரோடு தொடர்புடையது. உலகம் உய்ய உண்டாக்கப்பட்ட ஆதி மருந்தின் அடிப்படையில் சித்த மருத்துவம் பண்டைக் காலந் தொட்டுத் தமிழ்நாட்டில் பயிலப்பட்டு வருகின்றது.

சித்த மருத்துவத்தின் தந்தையெனத் திருமூலர் கருதப்படுகிறார். 'முந்தி உதிக்கின்ற மூலன் மடைவறை' என்னும் திருமந்திரத்தின் சிறப்புப் பாயிரத்தினால் திருமூலர் தவம் செய்த திருவாடுதுறை சித்த மார்க்கத்தின் முதல் நிலையம் எனப் போற்றப்படுகிறது.

சித்த மருத்துவத்தில் பழந்தமிழ் நாட்டில் காணப்பட்ட தாவரங்களே அடிப்படையான மருந்துகளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தன. இத்தகைய தாவர மருந்துகளின் சிறப்பினை உணர்த்தவே பழந்தமிழ் நூல்களுக்குத் திரிகடுகம், சிறுபஞ்சமூலம், ஏலாதி என்னும் பெயர்களை இட்டனர்.

திரிகடுகம் என்ற தொடர் சுக்கு, மிளகு, திப்பிலி என்ற மூன்றையும் குறிக்கும். இம் மூன்றும் கலந்த திரிகடுகம் என்ற மருந்து உடல் நோய் நீக்கி மக்களுக்கு நலம் புரிவதுபோல், அவர்களுக்கு உறுதிப்பொருள்களை அறிவுறுத்தி, அறியாமையாகிய மன இருளைப் போக்கி, இம்மை மறுமை இன்பங்களை அளிக்க வல்லது திரிகடுகம் என்னும் நூல்.

சிறுபஞ்சமூலம்: கண்டங்கத்திரி, சிறுவழுதுணை, சிறுமல்லி, பெருமல்லி, நெருஞ்சி ஆகிய ஐந்து தாவரங்களின் வேர்கள் சிறந்த மருந்தாகி, மக்கள் உடற்பிணியைப் போக்கி நலம் புரிவதைப் போல ஒவ்வொரு வெண்பாவிலும் சொல்லப்பட்டுள்ள ஐந்தைந்து பொருள்கள் கற்போரின் உள்ளப் பிணியாகிய அறியாமையை நீக்கி, நன்னெறியில் ஒழுகச் செய்து, இம்மை மறுமை இன்பங்களை அளிக்க வல்லது ஆதலின், சிறுபஞ்சமூலம் என்ற பெயர் பெற்றது.

ஏலாதி: ஏலம் ஒரு பங்கும், இலவங்கப்பட்டை இரண்டு பங்கும், நாககேசரம் மூன்று பங்கும், மிளகு நான்கு பங்கும், சுக்கு ஆறு பங்கும் ஆகச் சேர்த்துச் செய்யப்பெற்ற ஏலாதி சூரணம் மக்களுடைய நோயை நீக்கி உடலுக்கு வலிமையளித்தல் போல, பாடல்தோறும் ஆறு பொருள்கள் அமைந்த ஏலாதி என்னும் இந் நூல் அன்னாரின் அறியாமையைப் போக்கி உயிர்க்கு உறுதி பயக்கும் மெய்யுணர்வை அளிக்க வல்லது என்பது இந்நூற் பெயரால் அறியக்கிடப்பதோர் உண்மையாகும்.

"சீந்திநீர்க் கண்டம் தெறிசுக்குத் தேன்அளாய்
மோந்தபின் யார்க்கும் தலைக்குத்தில்—காந்தி
மலைக்குத்தும் மால்யானை வள்ளுவர்முப் பாலால்
தலைக்குத்துத் தீர்வுசாத் தற்கு."

என்று மருத்துவர் தாமோதரனார் என்ற சங்கப்புலவர் பாடியுள்ளார்.

திருமூலர் கூறிய காயகற்ப முறையில் உள்ள மூலிகைகள் யாவும் தாவரங்களை அடிப்படியாகக் கொண்டவை. அதில் கருநெல்லி, கருநொச்சி, கருநீலி, செங்கள்ளி, செங்கற்றாழை, கற்றாமரை, வெண்துத்தி, வெண்தூதுவளை, வெள்ளை நீர்முள்ளி, பொன்னூமத்தை, கருந்தும்பை, கருவேம்பு போன்ற தாவரங்களைச் சேர்த்து உண்டாக்கப்படும் என்று அறிகிறோம்.

மேற்கூறியவற்றிலிருந்து பழந்தமிழர்கள் வாழ்வில், அவர்கள் நினைவில், உணர்வில், உவமையில், எண்ணத்தில், எழுத்தில், கலையில், கருத்தில், இலக்கியத்தில், வாழ்வில் தாவரங்கள் ஊனோடும், உயிரோடும் கலந்து உறவாடின என்பதும், அவர்களது இயற்கையோடு இயைந்த வாழ்வில் தாவரங்கள் இரண்டறக் கலந்திருந்தன என்பதும் தெளிவாகிறது.

5. வளர் இளங்காலம்
(The Nascent Period)

இயற்கைத் தத்துவம் உருவாதல் (The rise of Natural Philo sophy): தாவரங்களைப்பற்றி மனிதன் முதலில் அறிந்த உண்மைகள் தெளிவற்றவையாகவும், ஒன்றுக்கொன்று முரணானதாகவும் இருந்தன. ஒவ்வொருவனும் தான் அறிந்தவற்றைக் கூறி வந்துள்ளான். எனவே, இங்கொன்றும் அங்கொன்றுமாகக் கூறிய கருத்துகள் எவ்விதமான தொடர்பும், தொடர்ச்சியும் இல்லாமல் காணப்பட்டன. இயற்கையாகக் காணப்படும் தோற்றங்களைப் பலகாலம் கண்ணுற்ற மனிதன், அவற்றிற்குப் பகுத்தறிவுக்குப் பொருத்தமான விளக்கங்களை நீண்ட காலத்திற்குப் பிறகுதான் கொடுக்க ஆரம்பித்தான். மனிதனுக்குப் பல்லாற்றானும் பயன் படும் தாவரங்களைப்பற்றிப் பலரும் பலவிதமான கருத்துகளையும் விளக்கங்களையும் அளித்திருப்பது இயற்கையே. அக் கருத்துகளைக் கோவையாக்கிச் சில கொள்கைகளும், கோட்பாடுகளும் உருவாக் கப்பட்டன. இச் செயலின்போது சில கருத்துகள் ஏற்றுக் கொள்ளப்படாமல் தள்ளப்பட்டன. இத்தகைய செயல்கள் தொடர்ந்து நடைபெற்று வந்தபோது, தாவரவியல் அறிவு வளர்ந்துகொண்டே சென்றது. இத்தகைய அறிவுலகப் புத்துணர்ச்சி கி.மு. ஆறும் நூற்றாண்டில், ஒரே சமயத்தில் பரந்த கடல்களாலும், நீண்ட நிலப்பரப்புகளாலும் பிரிக்கப்பட்டிருந்த கிரீஸ் (Greece), பாலஸ்தீனம் (Palestine), பாபிலோனியா (Babilonia), இந்தியா, சீனா போன்ற பல நாடுகளிலும் ஒரே சமயத்தில் தோன்றியது.

அறிவுப்புத்துணர்ச்சி தோன்றிய மக்களினத்தில் சிறப்பான வர்கள் ஹிப்ருக்கள். இவர்களது பழங்காலத் தத்துவ விளக்கத்தை 'வேலை நூல்' (Book of Job) என்ற நூலில் காணலாம். இந் நூல் 5ஆம் நூற்றாண்டில் எழுதப்பட்டது எனக் கருதப்படுகிறது. ஆசிரியர் யாரெனக் குறிப்பிட்டிராத இந் நூலில் இறைவனையும்,

விண்வெளி மண்டலங்களில் காணப்படும் கோளங்களையும்பற்றி விளக்கப்பட்டுள்ளன. இந் நூலில் கூறப்பட்ட கருத்துகள் பல அறிஞர்களாலும் ஆராயப்பட்டன.

கிரேக்க நாடு பல காலம் வரை அறிவியல் ஊற்றாக விளங்கிற்று. ஹிப்ருக்களின் தத்துவம் கிரேக்கர்களைப் பாதிக்கவில்லை. பாபிலோனியாவின் வானநூலும் (astronomy), சோதிட நூலும் (astrology) எப்பொழுது கிரேக்க நாட்டை அடைந்தன என்பது தெளிவாகத் தெரியவில்லை. எகிப்து, பாபிலோனிய நாகரிகங்கள் சிறந்து விளங்கும்போது, கிரேக்க நாடு நாகரிகத்தில் வளர்ந்து வரும் நாடாக, இளைய நாடெனக் கருதப்பட்டது. கிரேக்க நாட்டில் மத குருமார்களைப் பின்பற்றி அமைந்த பண்பாடு (priest culture) இருக்கவில்லை. குருமார்களின் கருத்துகள் எவ்வாறு இருந்தபோதிலும், அவர்களுக்கு அஞ்சாமல் பல அறிவியல் கருத்துகள் தோன்றின. எகிப்து (Egypt), பாலஸ்தீனம், அஸ்ஸீரியா (Assyria) போன்ற நாடுகளில் மதம் பகுத்தறிவுக் களஞ்சியமாக விளங்கிற்று. இக் கருத்தினைக் கிரேக்கர்கள் ஆதரிக்கவில்லை. சமூக, அரசியற் கருத்துகள் மிகவும் முன்னேறிக் காணப்பட்டபோது, கிரேக்க நாட்டில் மதம் பின்தங்கிய நிலையிலேயே இருந்தது. அந்நாட்டின் இளைஞர்கள் எழுதுதல், படித்தல், உடற்பயிற்சி செய்தல் ஆகியவற்றுடன் கணக்கு, இசை முதலியவற்றிலும் வல்லவர்களாக விளங்கினர். பொதுவான அறிவியற்பயிற்சி (public instruction) சிறந்த முறையில் வளர்ச்சியடைந்திருக்கவில்லை. இதனை அடுத்து, உயர்கல்வி பெற விரும்புவோர் தனித்ததோர் ஆசிரியரை நாடி அவரிடம் கல்வி கற்று வந்தனர். இவ்விதமான அறிவுரிமை (academic freedom) கிரேக்க நாட்டில் நிலவி வந்தது. 'அறிவிற்குப் பிறகு கிரேக்கர்கள் நாடுவர்' (the Greeks seek after wisdom) என்பது வழக்காயிற்று.

காலப்போக்கில், கிரேக்க நாட்டில் அண்டங்களுக்கான (Cosmos) பகுத்தறிவு விளக்கத்தினைத் தந்த அறிஞர்கள் தோன்றலாயினர். இவர்களது நூல்களும், இவர்களது முழுமையான விளக்கங்களும் நமக்குக் கிடைக்கவில்லை. இதற்குக் காரணம், அறிஞர்களது கருத்துகளைக் குறித்து வைக்க எகிப்திய நாட்டில் இருந்ததைப் போன்ற காகிதங்களோ, அஸ்ஸீரிய நாட்டில் இருந்ததைப் போன்ற களிமண் படிவங்களோ (clay tablets) கிரேக்க நாட்டில் இல்லாமலிருந்தன. கிரேக்கர் வாய்மொழியின் மூலமாகவே அறிவுக் கருத்துகளைப் பரிமாறிக்கொண்டனர். இருப்பினும், அவர்கள் கணக்கு (mathematics), வானநூல், புவியியல் (geography), இயற்பியல் (physics), தொல்லுயிரியல் (paleontology), மருத்துவம் (medicine) ஆகிய அறிவியல்களை அறிந்திருந்தனர்.

கி.மு. 470ஆம் ஆண்டில் அப்டிரா (Abdera) என்னும் ஊரில் வாழ்ந்த டெமாகிரிடஸ் (Democritus) என்பவர் வியக்கத்தக்க முறையில் பல புதுமையான அறிவியற்கருத்துகளைக் கூறினர். இவரது கருத்துகளாவன : 'வெற்று இடத்தில் (empty space) இயங்கும் பல துகள்கள் உலகத்தில் காணப்படுகின்றன. தாவரங்களில் காணப்படும் வேற்றுமைகள், அவற்றில் உள்ள அணுக்களின் அளவினையும் அமைவிடத்தையும் பொறுத்தது. மிகக் குறுகிய காலம் வாழ்வதும், விரைவில் வளருவதுமான தாவரங்களில் நேர் நரம்புகள் இருப்பதனுல் சாறும் (sap), குளிர்ச்சியும் எளிதில் பரவுகின்றது.' இவர் அணுக்கொள்கை (atomic theory) நிறுவியர் (founder) என்று அழைக்கப்படும் பெருமைக்குரியவர்.

'மருத்துவத்தின் தந்தை' (Father of medicine) என்று அழைக்கப்படும் ஹிப்போகிரேடிஸ் (Hippocrates) கி.மு. 460-ல் பிறந்தார்; இரத்தம், கபம் (phlegm), மஞ்சள் பித்தம் (yellow bile), கறுப்புப் பித்தம் (black bile) ஆகிய நான்கு நீர்க்கூறுகள் (humors) உடம்பில் சுழன்றுகொண்டே இருக்கின்றன என்றும், இவ்வித மான நீர்களின் அளவினைக்கொண்டு மனிதனின் நலம் பாதிக்கப் படுகின்றதென்றும் கருதினர். இவர் காலத்தில் சுமார் 240 தாவரங்கள் மருந்து மூலிகைகளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டன.

கிரேக்க நாட்டில் மருந்துக்காக வேர் தோண்டுபவர்கள் (root diggers) ரைஸோடோமாய் (rhizotomoi) என்றும், மூலிகைகளை விற்பனை செய்வோர்கள் (drug merchants) ஃபார்மோபுலாய் (pharmopuloi) என்றும் அழைக்கப்பட்டார்கள். இவர்கள்தாம் அக் காலத்தில் தாவரங்களோடு நெருங்கிய தொடர்பு உடையவர் களாக விளங்கினர்கள். இவர்கள் கொண்டிருந்த தாவரவியல் அறிவு மூட நம்பிக்கைகளை ஆதாரமாகக் கொண்டது ; அறிவியல் அடிப்படையினுல் ஆகியவை அல்ல ; ஆனல், செயலறிவு நிறைந்தது. இவற்றின் விளக்கங்களைத் தியோஃப்ராஸ்டஸ் (Theophrastus) தமது 'தாவரங்களைப்பற்றிய தகவல்' (An Enquiry into Plants) என்ற நூலில் எழுதுகிருர்.

மருந்து தயாரிப்பவர்களும், மூலிகை வணிகர்களும் தாவரங்களைப்பற்றிக் கூறிய கருத்துகள் மிகைப்படுத்தப்பட்டனவாகவும், மூட நம்பிக்கை மிகுந்தனவாகவும் இருந்தன. (தாப்ஸியா (thapsia என்னும் தாவரத்தின் வேர்களை மருந்தாக வெட்ட வேண்டுமானல், உடலெல்லாம் எண்ணெய்ப் பூசிக்கொண்டு காற்று வீசும் திசையை நோக்கி வெட்ட வேண்டும் என்றும், இல்லையானல் உடம்பு முழுவதும் வீங்கிவிடும் என்றும் எண்ணினர்கள். காட்டு ரோஜாவின் கனியைக் காற்று வீசும் திசையை நோக்கி நின்று

கொண்டு வெட்டாவிடில் கண்களுக்குத் தீங்கு நேரிடும் என்று நினைத்தார்கள். சில தாவரங்களின் வேர்களைப் பகலிலும், மற்றுஞ் சில தாவரங்களின் வேர்களை இரவிலும் வெட்ட வேண்டும் என்றும் எண்ணினார்கள். 'ஹனீசக்ள்' (honeysuckle) என்னும் தாவரத்தின் வேரைக் கதிரவன் உதிக்குமுன் தோண்டி எடுக்க வேண்டும் என்றெல்லாம் கருத்துக்கொண்டிருந்தார்கள்.

கி மு. நான்காம் நூற்றாண்டில் அறிஞர்கள் பலரால் உருவாக்கிய அறிவுக்கருத்துகள் யாவும் நன்றாகப் பரிசீலனை செய்யப்பட்டு, ஒப்பிடப்பட்டு ஆராயப்பட்டன. உயிரியல் அறிவியலின் உண்மையான வளர்ச்சி இக் காலத்திலிருந்து துவங்கியது என்று கூறலாம். இதற்குக் காரணமாயிருந்த அறிஞர்களில் அரிஸ்டாட்டிலும் (Aristotle), தியோஃபிராஸ்டஸூம் சிறப்பானவர்கள்.

அரிஸ்டாட்டில் (கி.மு. 384—323) : இவர் கிரேக்க நாட்டின் பொற்காலத்தில் மிக உன்னதமான காலக்கட்டத்தில் வாழ்ந்தவர். இவர் இக் காலத்தில் நிலவிய அறிவியற்றுறைகள் பலவற்றைப் பற்றியும், பல கருத்துகளைப்பற்றியும் சொல்லியிருந்தார் அறிவியல் கருத்துப் பரிமாற்றங்களும், விவாதங்களும், ஆராய்ச்சிகளும் இவர் காலத்தில் நடைபெற்றன. இவர் கணக்கியலிலும், இயற்கை வரலாற்றிலும் தேர்ந்த அறிவுடையவராக விளங்கினார். இவரது தத்துவங்களில் அறிவியல் கருத்துத்தெளிவு காணப்பட்டது. இவரது உள்ளம் எப்பொழுதும் உண்மைகளை உணர வேண்டும், காண வேண்டும் என்றும், இவரது இதயம் இடையறாத அறிவுத் தாகத்தையும் கொண்டிருந்தது. இவரது விளக்கங்கள் வரலாற்று அறிவியல் வழிவந்த வளமுடையவையாக இருந்தன. இவரது தத்துவங்கள் அறிவியலறிவின் அடிப்படையிலும், அகப்பொருளுணர்வின் (metaphysical) அடிப்படையிலும் அமைந்திருந்தன. இந் நாளில் அரிஸ்டாட்டிலையொத்த அகழ்ந்த நூலறிவும், ஆழ்ந்த நுண்ணறிவும் கொண்ட அறிஞர்கள் எவருமிலர்.

அரிஸ்டாட்டில் கி. மு. 384-ல் நிகோமாக்கஸ் (Nichomochus) என்ற மாஸிடோனியா (Macedonia) அரண்மனை மருத்துவரின் மகனாகப் பிறந்தார். இவரது தந்தை ஆஸ்கிலெபியடுகள் (Asclepiads) என்ற மூலிகை மருத்துவக்குழுவினைச் சேர்ந்தவர். இவரது 17ஆம் ஆண்டில் அரசியலறிஞர், விற்பன்னர் பிளாடோவினிடம் (Plato) மாணாக்கராக இருந்து கல்வி பயின்றார். பிளாடோ கற்பித்த அறிவுக்கூடம் அகாடமி (academy) என்று அழைக்கப்பட்டது. பிளாடோவிற்குப் பிறகு அகாடமியின் தலைமைப் பதவி தமக்குக் கிடைக்காததனால், அரிஸ்டாட்டில் ஆசியாமைனர் (Asia Minor) கடற்கரையில் உள்ள ஒரு சிற்றூரில் வசித்து வந்தார்.

இக் காலத்தில் இவர் கடல்வாழ் விலங்குகளைப்பற்றி (marine animals) ஆராய்ச்சி செய்தார். கி.மு. 342-ல் மாஸிடோனியா மன்னரான ஃபிலிப் (Philip) தம் மகனாகிய அலெக்ஸாண்டருக்கு (Alexander) ஆசிரியராக இருக்க அழைப்பு அனுப்பினார். கி.மு. 336-ல் ஃபிலிப் அரசர் கொல்லப்பட்டு, அலெக்சாண்டர் மன்னராக முடிசூட்டிய பின் அரிஸ்டாட்டில் மீண்டும் ஏதென்ஸ் (Athens) நகருக்கு வந்து சேர்ந்தார்.

ஏதென்ஸ் நகரில் அரிஸ்டாட்டில் ஒரு பள்ளியை நிறுவினார். அதில் காலையில் அறிவியல் கருத்துகளில் தேர்ச்சி பெற்ற ஒரு சிறு குழுவினரான மாணவர்களுக்குச் சிறப்புக் கல்வியையும் தத்துவங்களையும் போதித்தார்; மாலையில் பொதுவாக எல்லோருக்கும் புரியும்படியான வகையில் தம் கருத்துகளை எண்ணிக்கையில் பலவாகிய மாணவர் கூட்டத்தினருக்குப் போதித்தார். இவர்தான் முதன்முதலில் தாவரவியல் பூங்காவினை நிறுவியவர்.

இவரது தாவரவியல் கருத்துகளாவன: 'தாவரங்களில் இலைகளை வெட்டப் புதிய கிளைகளும், வேர்களை வெட்டப் புதிய வேர்களும், தாவரங்களின் ஒரு பகுதி இறக்கும்போது, மறுபகுதி பிறக்கும். தாவரத்தினுல் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் வளரும் ஆற்றல் உள்ளது. தாவரங்களின் வேர், தண்டு, இலை போன்ற தனித் தனியான உறுப்புகள் இணைந்து உண்டாகியவை. ஒவ்வோர் உறுப்பின் தனித்தனியான பண்பும், உறவும் அமைந்துள்ள விதமும், அவற்றின் ஒத்த செயல்களும் (harmonies) ஒன்ருகச் சேர்ந்து தாவரங்களின் வாழ்வினை இயக்குகிறது.

தியோஃபிராஸ்டஸ் (Theophrastus): இவர் தாவர அறிவியலைத் தோற்றுவித்தவர் (founder) என்ற சிறப்பினைப் பெறுகிருர். தகவல்களைச் சேகரிப்பதிலும், குறிப்புகளைக் காணுவதிலும், காரணத்திலிருந்து விளைவினைக் காணும் அறிவினை உணருவதிலும் இவர், இவரது ஆசிரியரான அரிஸ்டாட்டிலை ஒத்து விளங்கினர். இவர் லெஸ்பாஸ் (Lesbos) என்னும் தீவில் உள்ள எரிசஸ் (Eresus) என்னும் இடத்தில் பிறந்தார். இவரது அறிவின் நுட்பத்தையும், பேச்சுத்திறனையும் கண்ட அரிஸ்டாட்டில் இவரை மெச்சி, இவருக்குத் 'தெய்வீகப் பேச்சாளி' (divine spokesman) என்ற பட்டத்தினைக் கொடுத்தார். இவரிடம் 200க்கு மேற்பட்ட மாணவர்கள் கல்வியறிவு பெற்றனர். இவர் 200க்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையிலான அறிவியல் நூல்களை எழுதியுள்ளார். அவற்றுள் தாவரங்களின் வரலாறு (History of Plants) என்ற நூலும், 'தாவரங்களுக்கான காரணங்கள்' (The Causes of Plants) என்ற நூலும் சிறந்தவை. இவர் கிரேக்க நாட்டின் தாவரங்களையும், அலெக்

ஸாண்டர் போரிட்டு வென்ற நாடுகளிலிருந்து கொண்டு வந்த தாவரங்களையும் ஒப்புநோக்கி ஆராய்ந்தார். தியோஃபிராஸ்டஸ் காலத்தில் தவாரவியல் அறிவு எவ்வாறு இருந்தது என்று எச். எஸ். கிரீன் (H. S. Green) என்ற அறிஞர் தமது 'தாவரவியல் வரலாறு' (History of Botany) என்ற நூலில் பின்வருமாறு குறிப்பிடுகிறார்: 'மிகவும் மேலான நாகரிகத்தினிடையே தியோஃபிராஸ்டஸ் வாழ்ந்து, தம் கருத்துகளை வெளியிட்டார். அவர் வாழ்ந்த காலத்தைச் சேர்ந்த மக்கள் திராட்சை, ஆலிவ் முதலிய கனிகளையும், மூலிகைகளையும், வாசனைப் பொருள்கள் தரும் தாவரங்களையும் பயிரிட்டு வந்தார்கள்; விதையின்மூலம் தாவரப் பெருக்கம் அடைவதைத் தவிர வேர்கள், பதியங்கள், ஒட்டுமுறையினாலும் தாவரப் பெருக்கம் நிகழ்வதை அறிந்திருந்தார்கள்.'

தியோஃபிராஸ்டஸ் முதன்முதலில் தாவரங்களை மரங்கள் (trees), புதர்ச்செடிகள் (shrubs), செடிகள் (herbs) என்று வகைபாடு செய்தார். இவ்விதமான வகைபாடு 2000 ஆண்டுகள் வரையிலும் நிலைத்திருந்தது. இவருக்கு முன் வாழ்ந்த அறிஞர்கள் தாவர உறுப்புகளையும், உள்ளமைப்பையும் ஆராய்ச்சி செய்யும்போது விலங்குகளின் உறுப்பு அமைப்புகளையும், வேலைகளையும் மனதில் கொண்டே ஆராய்ந்து வந்தனர். இவ்விதமான தவற்றினைத் தியோஃபிராஸ்டஸ் செய்யவில்லை.

தாவர வகைபாட்டியலில் (plant taxonomy) இவர் வகுத்த முறை வியக்கத் தக்கது. பல தாவரங்களின் உறுப்புகள், தன்மைகள், வாழ்க்கை முறைகள்பற்றியும், அவற்றிற்கு இடையே நிலவும் ஒற்றுமை வேற்றுமைகள்பற்றியும் ஆராய்ந்தார்; ஒவ்வொரு தாவரத்திற்கும் உரிய சிறப்புப் பண்புகள்பற்றியும் ஆராய்ந்தார்; தம் ஆராய்ச்சிக் கருத்துகளையெல்லாம் 'தாவரங்களைப்பற்றிய தகவல்' (An Enquiry into Plants) என்ற நூலில் விளக்கியுள்ளார்.

தாவர உறுப்புகளுக்குரிய விளக்கங்களைத் தரும்போது அவற்றின் புற அமைப்பியல் தன்மைகளைச் (morphological characters) கருத்தில் கொள்ளாது, அவற்றின் செயலியல் தன்மைகளை (physiological characters) ஆதாரமாகக் கொண்டார்; உதாரணமாக, வேர்களைப்பற்றிச் சொல்லும்போது, அவை ஊட்டப் பொருள்களை (nutritive substances) எடுத்துக்கொள்ளும் உறுப்புகள் என்று குறிப்பிடுகிறார்; வேர்களைக் கடினமானவை (ligneous) நார் போன்றவை (fibrous), சதைப்பற்றுடையவை (fleshy) என்று வர்ணிக்கிறார். இவ் வர்ணனை தற்காலத்தில் நாம் வர்ணிக்கப் பயன்படுத்தப்படும் குமிழம் (bulb), கந்தம் (corm), வேர்க்கிழங்கு (root-tuber) ஆகியவற்றைப் போன்றது.

இவரது தாவரவியல் கருத்துகள் தற்கால ஆராய்ச்சி யறிவிற்கு முற்றிலும் பொருந்தாவிடினும், மிகச் சமீப காலம் வரை இவரது கருத்துகள் மறுக்கப்படாமல் ஏற்றுக்கொள்ளப் பட்டன.

தண்டு மற்றப் பகுதிகளுக்கு ஊட்டப்பொருள்களை அனுப்ப உதவுகிறது என்றும், இது நிலத்திலிருந்து தோன்றுகிறதென்றும் இவர் கருதினர்; கிளைகள், இலைகள், இலைக்காம்புகள் முதலியவை ஓர் ஒழுங்கு முறையில் அமைந்தவை என்றும் குறிப்பிடுகிருர்.

இவரது ஆராய்ச்சிக் கருத்துகளாவன: விதைகளையும், அவற்றின் வளர்முறைகளையும்பற்றிக் கூறுகிருர். கோதுமை, பார்லி முளைக்கும்போது ஓர் இலையுடன் முளைக்கின்றன (monophyllous). கடலை, பட்டாணி முளைக்கும்போது பல இலைகளுடன் வெளியாகின்றன (polyphyllous). கிளைகளற்ற தண்டும், இணை நரம்புடைய (parallel veniation) இலைகளுடைய தாவரங்கள் (ஒரு வித்திலைத் தாவரங்கள்-monocotyleodnous plants) பற்றியும், கிளைகளுடைய தண்டும், வலை நரம்புடைய (reticulate veniation) இலைகளுடைய தாவரங்கள்பற்றியும் (இரு வித்திலைத் தாவரங்கள் (Dicotyledonous plants) குறிப்பிடுகிருர்; இவ்விரு தாவர வகை களுக்கிடையேயுள்ள வேர்த்தொகுப்பு (root system) வேற்றுமை களையும் கூறுகிருர். இவர் வகுத்த வகைபாட்டியலுக்கு இலைகளை ஆதாரமாகக்கொண்டார்; இதனுல் தாவரங்களுக்குரிய இனப் பெயர்கள் (specific names) சாலிஸிஃபோலியா (salicifolia), மால்விஃபோலியா (malvaefolia), கார்டிஃபோலியா (cordifolia), ரோடண்டிஃபோலியா (rotundifolia) என்று குறிப்பிடுகிருர்.

அக் காலத்தில் வேர் தோண்டுவோர் (root-diggers), மரம் வெட்டுவோர் (wood-cutters), கரி எரிப்போர் (charcoal burners) முதலிய தாவரங்களோடு தொடர்புடைய மக்களிடையே, தாவரங்களுக்கு ஏதோவொரு பெயரைச் சூட்டி வழங்கி வந்தனர். உதாரணமாக, வெள்ளை ஓக் (white oak), சில்வர் ஃபர் (silver fir), பேரீச்சை (datepalm) ஆகிய பெயர்கள் அக் காலத்தில் நிலவி வந்தன. தியோஃபிராஸ்டஸ் சுமார் 500 தாவரங்களுக்குப் புதிய பெயர்களைச் சூட்டினுர். அவற்றுள் பல இந் நாளிலும் வழங்கப் பட்டு வருகின்றன.

தியோஃபிராஸ்டஸ் தாவரங்களுக்குரிய சூழ்நிலைத் தொகுதி களைக் (ecological groups) குறிப்பிடுகிருர்; சில தாவரங்கள் சதுப்பு அல்லது ஈரமான இடங்களிலும், சில வறண்ட பகுதி களிலும் வளர்ந்திருப்பதையும் குறிப்பிடுகிருர். ஃபர் (fir),

காட்டுப் பைன் (wild pine), ஹால்லி (holly), வால்நட் (walnut) போன்ற தாவரங்கள் மலைப்பகுதியிலும், வில்லோ (willow), அல்டேர் (alder) போன்றவை சமவெளிகளிலும், மற்றுஞ்சில தாவரங்கள் மலைப்பகுதிகளிலும் சமவெளிகளிலும் காணப்படும். மலைப்பகுதிகளில் பைன் மரங்கள் தெற்கு நோக்கிய சரிவுகளிலும், ஃபர் போன்ற மரங்கள் குளிர்ச்சியான நிழற்பகுதிகளிலும் வளரும் என்றும், இவை கிளைகளின்றி நீண்டு வளர்ச்சியுறும் என்றும் குறிப்பிடுகிறார்.

தாவரங்கள் விதை, அரும்பு, ஒட்டுகள் (grafts) மூலம் பரவு வதைப்பற்றியும், மண், காலநிலைகளின் விளைவுகள் (climatic effects) பற்றியும், வேளாண் முறை, வளர்ச்சி, பருவமுறை, வெப்பமும் குளிர்ச்சியும் தாவரங்களை எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என்பது பற்றியும் இவர் தமது 'டி காஷிஸ்' பிளான்டாரம் (De Causis Plantarum) என்ற நூலில் குறிப்பிடுகிறார்.

தியோஃபிராஸ்டஸ், இவரது ஆசானாகிய அரிஸ்டாட்டிலைப் போல ஒரு பழமை உயிரியல் வாதியாக (orthodox vitalist) விளங்கினார்; தாவரங்களுக்கு ஊட்டப் பொருள்களுடன் ஒரு தூண்டுதல் உணர்ச்சி (impetus) இருந்தால்தான் அவை வளர்ச்சி அடைய முடியும் என்று கருதுகிறார்; எல்லாத் தாவரங்களும் வளர்ச்சிக்குரிய தேவையை (urge for growth) உணருகின்றன என்றும், வசந்த காலத்தில் (spring season) கிளைகளில் உள்ள உயிர்த்தன்மைகள் ஊக்குவிக்கப்படுகின்றன என்றும், அதனால் அவற்றில் உள்ள மொட்டுகள் வளரும் தன்மையை அடைகின்றன என்றும் கருதினார்.

தாம் வாழ்ந்த சூழ்நிலையில் நிலவிய மூடக்கொள்கையினின்று இவரால் தப்பித்துக்கொண்டு வெளியேற முடியவில்லை. இதனால் இவரது சில கருத்துகள் அறிவியலுக்குப் பொருத்தமில்லாமல் அமைந்திருந்தன. உதாரணமாக, இவர் ஓராண்டுத் தாவரங்களும், செடிகளும், தான்தோன்றிகளாக (spontaneous generation) உண்டாகின்றன என நம்பினார்.

இவர் தாவரவியலுக்குச் செய்த தொண்டுகளை அளவிட்டுக் கூற இயலாது. இவர் காலத்தில், இவர் வாழ்ந்த சூழ்நிலையில், இவரைவிடச் சிறந்த முறையில் தாவர அறிவியலுக்கு எவரும் பணியாற்ற இயலாது. எனவே, இவரைத் 'தாவரவியலின் தந்தை' (Father of Botany) என்று கூறுவது முற்றிலும் பொருத்தமானதே.

அலெக்சாண்டிரியாவின் டாலமிப் பள்ளி (The Ptolemic School of Alexandria) : அலெக்சாண்டிரியப் பேரரசு அழிந்ததனால்,

கிரேக்க நாடு தன்னுரிமை இழந்தது. அலெக்சாண்டர் முதல் ஆகஸ்டஸ் (Augustus) வரையில் அலெக்சாண்டிரியா நகர் அறிவியல் அறிஞர்களுக்கும் தத்துவ வாதிகளுக்கும் தகுந்த புகலிடமாக இருந்தது. இக் காலத்தில் ஆர்க்கிமிடிஸ் (Archimedes), அபொல்லோனியஸ் (Apollonius), பிர்ரோ (Pyrrho, 360-270 B.C.), ஹிரோஃபைலஸ் (Herophilous, 300 B.C.), யூக்லிட் (Euclid, 323-285 B.C.) போன்ற அறிஞர்கள் தாலமியின் அறிவுப்பள்ளியில் பயின்று வந்தனர். காலப்போக்கில் அரசர்களது ஆதரவின்மையினாலும், ஆசிரியர்களிடையே எழுந்த போட்டிப் பூசல்களாலும் இப் பள்ளி நலிவுற்று அழிந்தது.

கிரேக்க-உரோம எழுத்தாளர்கள் (Greco Roman Writers)-மார்கஸ் போர்சியஸ் கேடோ (Marcus Porcious.Cato, 234-149 B.C.): இவர் டாஸ்கலம் (Tasculum) என்ற ஊரில் பிறந்தவர். இவர் தமது 'டி ரி ரஸ்டிகா' (De Re Rustica) என்ற நூலில் சுமார் 120 தாவரங்களைப் பற்றிய குறிப்புகளையும், வேளாண்முறைகளையும் குறிப்பிடுகிறார். இக் காலத்தில் வாழ்ந்த அறிஞர்களுள் காலுமெல்லா (Columella), வார்ரோ (Varro), வர்ஜில் (Virgil) முதலியவர்கள் சிறப்பானவர்களாவர்.

கேயஸ் பிளினஸ் செகண்டஸ் (Caius Plinus Secondus): இவர் மூத்த பிளினி (Elder Pliny) என்று அழைக்கப்பட்டார். இவர் கி. பி. 23ஆம் ஆண்டில் கேமோ (Camo) என்னுமிடத்தில் பிறந்தார். வரலாற்று ஆசிரியர்கள் பிளினியின் அயராது உழைத்துப் படிக்கும் ஆற்றலை வெகுவாகப் புகழ்ந்துள்ளனர். இத்தாலி நாட்டில் உள்ள வெசூவியஸ் (Vesuvius) எரிமலை வெடித்துப் புகையும் எரிமலைக் குழம்பும் வெளியாவதை அஞ்சாமல் நேரில் கண்டு, அதன் விவரங்களைத் தமது செயலாளரிடம் குறிப்புகளாகக் கூறியுள்ளார்.

பிளினியின் இயற்கை வரலாறு (natural history) என்ற கலைக் களஞ்சியம் 37 நூல்களில் வெளியாயிற்று. உரோமப் பேரரசின் மத்தியக் காலம் வரை இவரது கலைக்களஞ்சியங்களே அறிவுக் கருவூலமாக விளங்கின. மத்தியக்காலத்தில் பார்த்தோலோமியஸ் (Bartholomeus), ஆங்கிலிகஸ் (Anglicus), மேகென்பர்க்கின் கோன்ராடு (Konrad of Magenberg) முதலியவர்கள் எழுதிய கலைக்களஞ்சியங்களுக்கெல்லாம் பிளினி எழுதிய கலைக்களஞ்சியமே ஆதாரமாக அமைந்திருந்தது. ஆப்பிரிக்கா, எகிப்து, கிரேக்கம், ஜெர்மனி முதலான நாடுகளுக்குப் பிளினி பயணம் செய்துள்ளார்.

இங்கொன்றும் அங்கொன்றுமாகச் சில பிழைகள் காணப்பட்ட போதிலும் உரோமானிய எழுத்தாளர்களிலே பிளினி ஒரு தனிச் சிறப்பிடம் பெறுகிறார் என்பது மறுக்க முடியாத உண்மை.

பிளினி தாம் எழுதியுள்ள 37 நூல்களில் 16 நூல்களில் தாவரங்களைப்பற்றிக் குறிப்பிடுகிறார் ; மரங்களைப்பற்றிய விளக்கங்கள் 4 நூல்களிலும், வேளாண்முறைகளைப்பற்றி 3 நூல்களிலும், ஏனைய நூல்களில் தாவரங்களின் பிணிதீர்க்கும் பண்புகள்பற்றியும் குறிப்பிடுகிறார்.

பீச் (peach), ரோபர் (robur) போன்ற தாவரங்களைப்பற்றி மிகத் தெளிவான விவரங்களும் விளக்கங்களுடன்கூடிய வர்ணனைகளையும் தருகிறார். இவருக்கு வகைபாட்டியலில் ஈடுபாடு கிடையாது. மரங்களைக் காட்டுமரங்கள், இயற்கையாகக் காணப்படும் மரங்கள் (exotic trees), பழ மரங்கள் என்று ம் பாகுபாடு செய்கிறார் ; காட்டுமரங்களைச் சுரப்பிகளோடுகூடிய மரங்கள் (glandiferous) என்றும், முளைகளுடையன (pitch bearing) என்றும் வகைபாடு செய்கிறார்; சுரப்பிகளோடுகூடிய மரங்கள் கேட்கின் (catkin) என்ற மஞ்சரிகளை (sinflorescences) உடையவை. முளைகளோடு கூடியவை கூம்புத் தாவர வகையைச் (coniferae) சேர்ந்தவை என்றும் குறிப்பிடுகிறார்.

கி.பி. 79 முதல் 1469ஆம் ஆண்டு வரை பிளினியின் நூல் கையெழுத்துப்பிரதியாகவே இருந்தது. இருட்காலத்திலும் (dark age), மத்தியக் காலத்திலும் இவரது நூலினை ஏறக்குறைய 200 பிரதிகளாகத் தயாரித்தனர். மத்தியக்காலத்தில் இலத்தீன் மொழியில் எழுதப்பட்ட இவரது நூல் பலராலும் விரும்பிப் படிக்கப்பட்டது.

டயாஸ்கொரிடிஸ் (Dioscoridis): இவர் கி.பி. முதல் நூற்றாண்டில் கிரேக்க நாட்டில் வாழ்ந்த அறிஞர். இவர் தியே ஃபிராஸ்டஸிற்குப் பிறகு வாழ்ந்த மிகச்சிறந்த தாவரவியலறிஞர் என்று போற்றப்படுகிறார். ஏறக்குறைய 1500 ஆண்டுகள் வரை இவரது கருத்துகள் ஐரோப்பாவிலே கொடி கட்டிப் பறந்தன. மத்தியக்காலத்தில் இவரது செல்வாக்கு தியோஃபிராஸ்டஸைவிட ஓங்கியிருந்தது.

பெடானியோஸ் டயாஸ்கொரிடிஸ் (Pedanios Dioscoridis) என்ற இவ்வறிஞர் அனஸார்போஸ் (Anazarbos) என்ற ஊரில் பிறந்தார். இவர் கி.பி. முதல் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்திருந்தார். இவர் மூலிகைகளையும், அவற்றின் பண்புகள், பயன்களையும் அறிந்த சிறந்த மருத்துவராக விளங்கினார்; தாவரங்களின் வேர், தண்டு, இலைகளைப்பற்றியும், அவற்றின் பிணி தீர்க்கும் பண்புகளைப்பற்றியும் எழுதியுள்ளார். பல நாடுகளிலும் பல மொழிகளிலும் தாவரங்களுக்கு வழங்கப்பட்டு வந்த பெயர்களையும், இலத்தீன் மொழியில் அமைந்த பெயர்களையும் இவர் சேகரம் செய்து விளக்கியுள்ளார். மணமுடையவை, மருந்துக்குப் பயன்படுபவை, உணவாக உட்கொள்ளத் தக்கவை எனத் தாவரங்களைப் பகுத்துள்ளார் ; தும்பைத் தாவரங்

களை (labiatae flowers) ஒரு தொகுதியாகவும், பயிறுவகைகளை (leguminous flowers) ஒரு தொகுதியாகவும், அம்பெல்லிஃபெரஸ் தாவரங்களை (umbelliferous flowers) ஒரு தொகுதியாகவும் பிரித்துக் குறிப்பிடுகிறார். இவர் மூலிகைகளைப் படங்களுடன் வர்ணித்த முறை சிறந்ததெனப் பல அறிஞர்களாலும் போற்றப்பட்டது. இப்படங்களையும் வர்ணனைகளையும் ஆதாரமாகக்கொண்டுதான் பிற்காலத்தில் வாழ்ந்த அறிஞர்கள் மூலிகைகளை அடையாளம் கண்டுகொண்டனர். கிரேக்க மொழியில் எழுதப்பட்ட இவரது நூல் இலத்தீன் மொழியிலும் மொழி பெயர்க்கப்பட்டது. இவரது நூலிலிருந்து பழங்கால வேதியியல் செய்முறைகளையும் (chemical preparations) அறிந்துகொள்ளுகிறோம்.

இக் காலத்தில் வாழ்ந்த அறிஞர்கள் மூட நம்பிக்கை, கடவுள் நம்பிக்கை, மதவாதிகள், மடாலயங்கள், மத குருமார்கள் ஆகியவர்களுடைய பிடிப்புகளிடையே சிக்கித் தம் அறிவியல் கருத்துகளைத் தெளிவாக எடுத்துரைக்க முடியாமல் திணறினார்கள். எனினும் மேற்கூறிய இடர்ப்பாடுகளை மீறி, அறிஞர்கள் பல அறிவியற் கருத்துகளைக் கூறியே வாழ்ந்து சென்றனர். பிற்காலத்தில் எழுந்த அறிவியல் மறுமலர்ச்சிக்கு இக் காலத்தில்தான் அடிக்கல் நாட்டப்பட்டது. அறிவியற்கருத்துகளுடன் அறிவுக்கொவ்வாத பல கருத்துகளும் காணப்பட்டன. இக் கால நூல்களில் காணும் உண்மைக் கருத்துகளை மற்ற உண்மைக்கு மாறான கருத்துகளின்றும் களைந்து எடுத்து அறிய வேண்டியது அறிஞர்களது கடமையாகும்.

6. பிற்போக்குக் காலம்

(The Retrogressive Period)

கி பி. 3ஆம் நூற்றுண்டிலிருந்து அறிவியல் துறை ஆராய்ச்சிக ளெல்லாம் மங்கி மறைய ஆரம்பித்தன. அறிவியல் ஆய்வுகள் மதத்திற்கும், மதத் தலைவர்களுக்கும், கடவுள் நம்பிக்கைக்கும் எதிரானவை என்று கருதியதால், அவை மறைய ஆரம்பித்தன. நாகரிகத்திலும், கலைகளிலும் சிறந்து விளங்கிய உரோமானியர்கள் போர் செய்வதில் தங்கள் முழுக்கவனத்தையும் செலுத்தினுர்கள்; பல நாடுகளையும் போரில் வென்று, மிகப்பெரிய பேரரசினை நிறுவ வேண்டும் என்ற ஆவலினுல் பல நாடுகளையும் இணைக்கும் பாதைகளை அமைத்தார்கள். வட ஐரோப்பாவின் பல நாடு களிலும் ஆட்சிகள் நிலையில்லாமல், அமைதியின்றி நலிந்து, அதனுல் மக்கள் கவனம் அறிவியல் துறைகளிலும், ஆராய்ச்சி களிலும் செலுத்த முடியாமற்போயிற்று. ஆனுல், இக் காலத்தில் வாணிபம் நன்கு நடைபெற்றது. உரோமானிய வாணிப வழிகள் (trade-cycles) மத்திய ஆப்பிரிக்காவிலும் (Central Africa), ஈரான் (Iran), இந்தியா, சீனு முதலிய நாடுகளிலும் பரவியிருந்தன.

இக் காலத்தில் கார்கிலியஸ் மார்ஷியலிஸ் (Gargilius Martialis) என்ற அறிஞர் தாவரங்களின் மருத்துவப் பண்புகளைப்பற்றியும், கனிகளைப்பற்றியும் குறிப்பிட்டுள்ளார். இவர் எழுதியுள்ள நூலில் நான்கு அத்தியாயங்களில் குயுன்ஸ் (quince), பீச் (peach), பாதாம் (almond), செஸ்ட்நட் (chestnut) முதலிய கனிகளைப்பற்றியும் எழுது கிருர்.

கி.பி. 410ஆம் ஆண்டில் உரோமானியப் பேரரசில் மார்செல்லஸ் எம்பிரிகஸ் (Marcellus Empiricus) என்பவர் ஒரு மருத்துவ நூலை எழுதினுர். இந் நூலில் மருத்துவ முறைகளைப் பற்றிய சிறப்பான செய்திகள் சொல்லப்படாவிடினும், தாவரங்களைப்பற்றிய செய்திகள் சாதாரணக் குடிமகனும் புரிந்து

கொள்ளக்கூடிய வகையில் சொல்லப்பட்டுள்ளன என்று மேயர் (Mayer) என்பவர் குறிப்பிடுகிறார்.

கி.பி. நான்காம் நூற்றாண்டில் சூடோ-அபுலியஸ் (Pseudo-Apulius) என்பவர் மூலிகைகளைப்பற்றி ஒரு நூல் எழுதினார். இந் நூலில் சுமார் 130 மூலிகை வகைகளைப்பற்றிச் சொல்லப் பட்டுள்ளன. மத்தியக்காலம் வரையில் இந் நூலினை மக்கள் பயன் படுத்தி வந்தனர்.

கி.பி. 5ஆம் நூற்றாண்டில் உரோமப் பேரரசின் மேற்குப் பகுதி வீழ்ச்சியடைந்தது. இதற்குப் பிறகு பல காலம் குறிப்பிடத் தக்க அறிஞர்கள் எழுதிய நூல்கள் இருந்தன என்பதற்கான ஆதாரம் கிடைக்கவில்லை.

12ஆம் நூற்றாண்டில் அபுலியஸ் பார்பரஸ் (Apuleius Barbarus) என்பவர் ஒரு மூலிகை நூலினை எழுதினார் என்று குந்தெர் (Gunther) என்பவர் கூறுகிறார். இதில் பலவகை மூலிகைகளையும், அவற்றின் பயன்களையும் விளக்கியுள்ளார். இவர் 130 வகையான தாவரங்களைச் சேர்த்த தாவர உலர் பதனச்சேர்க்கையையும் (herbarium) வைத்திருந்தார். இத் தாவரங்களில் சில வட ஐரோப்பாவிலிருந்து கொண்டு வரப்பட்டவை. அபுலியஸின் நூல் புறச்சமய வழக்கிலிருந்து (heathen) கிறுத்துவ மருத்துவ முறைக்கு இடைப்பட்டதாகிய மருத்துவ முறைகளைக் கூறியுள்ளது. இவர் புறமதத்தைச் சேர்ந்தவராதலால் (pagon), செடிகளின் பெயர்களுக்குப் பின்னால் வழிபாடுகளை (prayers) அமைத்திருந்தார்.

லூசியஸ் அபுலியஸ் மடாரென்சிஸ் (Lucius Apuleius Madaurensis) என்ற புகழ் பெற்ற தத்துவ அறிஞர் ஒரு தாவரப் பதனச் சேர்க்கையைக் கி.பி. 5ஆம் நூற்றாண்டில் சேகரம் செய்து வைத்திருந்தார் என அறிகிறோம்.

காஸ்மாஸ் இண்டிகோ புளூஸ்டஸ் (Cosmas Indicopleustes) எகிப்து நாட்டில் அலெக்ஸாண்டிரியாவில் பிறந்தவர். இவர் 'கிறுத்துவ நிலக்கிடக்கை' (Christian Topography) என்ற நில வியல் நூலினை எழுதினார். இவர் உலகம் உருண்டை வடிவமானது என்பதை மறுத்தார். இண்டிகோபுளூஸ்டஸ் என்னும் இவரது பெயர் வந்ததற்குக் காரணம் இவர் இந்தியாவைக் கண்டுவந்தவர் என்பது பொருளாகும். இவர் இந்தியா, இலங்கை, எத்தியோப்பியா (Ethiopia) போன்ற நாடுகளில் பயணம் செய்து, அங்குத் தாம் கண்ட தாவரங்களை விவரிக்கிறார்; கிழக்கு ஆசிய நாடுகளில் குறிப்பாக இந்தியாவில் மிளகுக்கொடி, திராட்சைக்

கொடியைப் போல் வலிய மரத்தின்மேல் படரும் கொடி என்று வர்ணிக்கிறார். இவர் சந்தன மரத்தைப்பற்றியும், தேங்காயைப் பற்றியும் குறிப்பிடுகிறார்.

ஜஸ்டினியன் (Justinian, 527-565) காலத்தில் சீன நாட்டுடன் செய்யும் பட்டு வாணிபம் காரணமாகப் பாரசீக நாட்டவருக்கும் மற்றவர்களுக்கும் இடையே இடையறாமல் சண்டை நடைபெற்றது. இறுதியில் இரு பாரசீகப் பாதிரியார்கள் தங்கள் பிரம்புக் கைத்தடிகளுக்குள் பட்டுப்பூச்சியின் முட்டைகளைக் கொண்டுவந்து கிரேக்க நாட்டிலும், இத்தாலி நாட்டிலும் முசுக் கொட்டைத் தாவரங்களைப் பயிராக்கி, அவற்றின்மேல் பட்டுப் பூச்சிகளை வளரவிட்டுப் பட்டுத்தொழிலை ஐரோப்பிய நாடுகளுக்குக் கொண்டு வந்தனர்.

இக் காலத்தில் ஏதென்ஸ் நகரத்தில் இருந்த பள்ளிகள் மூடப்பட்டன. வடக்கிலிருந்து வந்த தொடர்ந்த படையெடுப்புகளினால் உரோமப் பேரரசு அழிந்தது. 7ஆம் நூற்றாண்டில் இலத்தீன் மொழி இத்தாலி நாட்டில் பேச்சு வழக்கின்றிப் போயிற்று. பல நூற்றாண்டுகள் வரை தாவரவியல் அறிவில் எவ்விதமான முன்னேற்றமும் இல்லாமல் இருந்தது.

11ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் 'மாஸெர் ஃப்ளாரிடஸ் டி வர்ச்சுடிபஸ் ஹெர்பேரம்' (Macer Floridus de Virtutibus Herbarum) என்ற கவிதை நூல் இயற்றப்பட்டது. இந் நூலில் 77 விதமான மூலிகைகளும், வேர்களும்பற்றிய விவரங்கள் கூறப்பட்டுள்ளன. தாவரங்களைப்பற்றிய அக்கறையை அறிஞர்களிடையே இந் நூல் மீண்டும் ஏற்படுத்தியது. 7ஆம் நூற்றாண்டிலிருந்து இதன் விவரங்களை மக்கள் படித்தறிந்தனர். இந் நூலை யார் எழுதினது என்பது விவாதத்திற்குரிய பொருளாகப் பல காலம் இருந்தது. மீங் (Meung) என்னும் இடத்தில் வாழ்ந்த ஓடோ (Odo) என்பவர் இந் நூலினை 11ஆம் நூற்றாண்டில் எழுதியிருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது.

சீன நூல்கள் (Chinese Writings): 11, 12 ஆம் நூற்றாண்டுகளில் சீன நாட்டின் தலைசிறந்த அறிஞர்கள் மூலிகைகளைப் பற்றிப் பல தனி நூல்களை எழுதினார்கள். இதனால் இந் நூலாசிரியர்கள் அரசர்களுடைய ஆதரவைப் பெற்றார்கள்.

டாங் ஷென்வெய் (T'ang Shenwei) என்ற மருத்துவர், 'ஷு' (Shu) என்ற ஊரில் வாழ்ந்து வந்தார். இவர் 'செங் லே பென் சாவ்' (Cheng Lei Pan Ts'ao) என்ற நூலினை எழுதினார்.

சோர்கம் வல்கேர் (Sorghum vulgare) என்ற சோள வகை சீன நாட்டில் 'காவோலியாங்' (Kaoliang) என்றும், 'ஷு ஷு' (Shu shu) என்றும் அழைக்கப்பட்டு வந்தது. இது சங் (Sung) அரசர்களது காலமாகிய கி.பி. 1127, 28ஆம் ஆண்டுகளில் சீன நாட்டில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது என்று ஹேகர்டி (Hagerty) என்பவர் கூறுகிறார். இச் சோள வகை கிறிஸ்து காலத்திற்கு முன்னரே அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது எனச் சில சீன எழுத்தாளர்கள் கூறுவது உண்மைக்கு மாறானது. இச் சோள வகை அபிஸீனியா (Abyssinia) நாட்டிலிருந்து இந்தியா வழியாகச் சீன நாட்டிற்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டிருக்க வேண்டும்.

சோர்கம் சாக்கரேடம் (Sorghum saccharatum) என்ற கரும்பு வகையைப்பற்றிய விளக்கம் டாவோ ஹங் சிங் (T'ao Hung Ching, 452-536) என்பவர் எழுதிய நூலில் காணப்படுகிறது. சீன மக்கள் இக் கரும்பைத் தனியாகவும், சாறு பிழிந்தும், சர்க்கரை செய்தும் பயன்படுத்தி வந்தனர். 11,12ஆம் நூற்றாண்டுகளில் வெளியிடப்பட்ட நூல்களில் அக் காலத்தில் சீன நாட்டில் பயிரிடப்பட்ட மரங்களின் விவரங்கள் கூறப்பட்டுள்ளன.

சாய் ஹிசியாங் (Ts'ai Hsiang, 1059) என்பவர் லிட்சிக் (Litchi) கனிகளைப்பற்றி ஓர் ஆய்வு நூலினை வெளியிட்டார். இக் கனியைப் பற்றிய தனி விவர நூல் (monograph) வெளியானதிலிருந்து சீன நாட்டில் இக் கனிக்கு எத்தகைய முக்கியத்துவம் அளிக்கப் பட்டுள்ளது என்பது விளங்கும். இக் கனி தரும் மரத்தின் இலைகள் பழம் ஆகியவற்றின் தன்மைகள், மரத்தின் வாழ்வுக் காலம், மரம் வளரும் காலநிலைகள், கனியின் வகைகள், மரத்தை அணுகும் நோய்ப்பூச்சிகள் முதலிய விவரங்கள் விளக்கமாகக் கூறப் பட்டுள்ளன.

ஆரஞ்சுப் பழங்களைப்பற்றியதொரு தனி விவர நூல் கி. பி. 1178ஆம் ஆண்டில் ஹான்யென் சி (Han Yen Chih) என்பவர் எழுதினார்; இதில் 27 வகையான ஆரஞ்சு தரும் மரங்களைக் குறிப் பிடுகிறார். இம் மரங்களின் வளர்ப்பு முறை, மண்ணின் தன்மை, அறுவடை செய்முறை, இவற்றை அணுகித் தீங்கிழைக்கும் பூச்சிகள், பூஞ்சைகள் (fungi) பற்றியும் இந் நூலில் குறிப்பிடப் பட்டுள்ளன. மண்டாரின் வகை ஆரஞ்சு கான் (Kan) என்று சொல்லப்படும். சு (chu) என்ற இனிப்புச் சுவையுடைய ஆரஞ்சு கடற்கரையிலும், நதிக்கரையிலும் நைட்ரேட் (nitrous soil) சத்துள்ள மண்ணில் சிறப்பாக வளர்கிறது. இவற்றை நடும் போது நிலத்தில் நீர்விட்டுத் தண்ணீர் தேங்காமல் வடிகால் வசதி செய்துவிட வேண்டும். குளிர்காலத்தில் வேர்களைச் சுற்றிலும் ஆற்று மண்ணைப் போட வேண்டும். கோடை காலத்தில் திரவ

உரமும் (liquid manure) போட்டு நீர் பாய்ச்சுதல் வேண்டும். இலைகள் அதிகமாக உள்ள மரங்கள் அதிகமான கனிகளைக் கொடுக்கும். ஆரஞ்சு மரங்களின் கிளைகளை வெட்டும் முறை (pruning), பூச்சி பூஞ்சை முதலிய ஒட்டுண்ணிகளைத் (parasites) தடுக்கும் முறை, பழங்களைப் பாதுகாக்கும் முறைகள் பற்றியும் விளக்குகிறார்.

இஸ்லாமிய அறிவியல் (Islamic Science) : இஸ்லாமியர்களின் கலையும் நாகரிகமும் ஒரு காலத்தில் சிறந்து விளங்கியும், மற்றொரு காலத்தில் மங்கியும் இருந்ததனால், தாவரவியல் வளர்ச்சிக்கு அனுகூலமில்லாதவையாக இருந்தன.

கி.பி. 750ஆம் ஆண்டில் இஸ்லாமிய அரசு நிலைத்து, அதனால் கலைகளும், இலக்கியங்களும், அறிவியல் நூல்களும் வளரத் தொடங்கின. இவர்கள் ஆற்றிய முதற்பணி கிரேக்கமொழியில் அந் நாளில் காணப்பட்ட நூல்களையெல்லாம் மொழிபெயர்த்துக் கொண்டார்கள். 8 முதல் 12ஆம் நூற்றாண்டுவரை மருத்துவ நூல்கள் சிறந்து விளங்கின. அரேபியா நாட்டில் காணப்படும் தாவரப் பொருள்களைக்கொண்டு பலவிதமான மருந்துகளைத் தயாரித்தனர். இவற்றுள் வாசனை கோந்து (aromatic gums), வாசனைப் பொருள்களான ஒலிபானம் (olibanum), மிர் (myrrh), சின்னமன், (cinnamon), கேஷியா (Cassia) ஆகியவற்றைக்கொண்டு மருந்துகள் தயாரிக்கப்பட்டன. கிழக்காசிய நாடுகளான இந்தியா, மலேயா, ஜாவா முதலிய நாடுகளிலிருந்து வந்த தாவர வாசனைப் பொருள்களுக்கு அரேபியா ஒரு நுழைவாயில் போல் இருந்து, அங்கிருந்து மற்றும் பல ஐரோப்பிய நாடுகளுக்கும் அனுப்பப் பட்டன.

அபுல் அப்பாஸ் (Abul Abbas) என்பவர் சிறந்த தாவரவியலறிஞர் (The Botanist) என்றும், இப்ன் பைத்தார் (Ibn Baithar) என்பவர் தாவரங்களைப்பற்றி அதிகமாக அறிந்தவர் என்றும் கருதப்பட்டனர். அராபியர்கள், ஸ்பெயின் நாட்டை வென்று அங்குக் குடியேறியபோது, தங்கள் வேளாண்முறைகளை ஸ்பெயின் நாட்டில் பரப்பினார்கள் ; ஆல்ஃபால்ஃபா (alfalfa), பாதாம் போன்ற தாவரங்களை ஸ்பெயின் நாட்டில் பயிரிட்டார்கள் ; பாரசீக நாட்டிலிருந்து பழத்தோட்டங்களை உண்டாக்குவதற்கான மரவகைகளையும், இஞ்சி, குங்குமப்பூ முதலியவற்றையும் பயிரிட்டார்கள். 16ஆம் நூற்றாண்டில் ஸ்பெயின் நாட்டைச் சேர்ந்த மக்கள் புதிய நாடான அமெரிக்காவில் குடியேறியபொழுது இத் தாவரங்களை அமெரிக்க நாட்டிலும் பயிரிட்டு வளர்த்தார்கள்.

அப் டெர் ரஹ்மான் I (Ab-der-Rahman I, 757—788) என்பவர் ஸ்பெயின் நாட்டினை வென்று, சுயேச்சையான தனி காலிபேட் (caliphate) ஆக்கி ஆட்சி புரிந்தார். இவர் காலத்தில் கார்டோவா (Cardova) அறிவியல்களைப் போதிக்கும் சிறந்த இடமாகக் கருதப்பட்டது. கார்டோவாவில் ஒரு தாவரவியல் பூங்கா உண்டாக்கப்பட்டு, அதில் சிரியா, பாலஸ்தீனம் போன்ற மற்ற ஆசிய நாடுகளில் அரிதானவை என்று சொல்லக்கூடிய தாவரங்களையெல்லாம் கொண்டுவந்து பயிரிட்டு வளர்த்தனர். இப் பூங்காவில் தான் ஐரோப்பியக் கண்டத்திலேயே முதன்முதலாகப் பேரீச்சை வளர்க்கப்பட்டது. பாரிஸ் (Paris), ஆக்ஸ்போர்டு (Oxford) முதலிய நகரங்கள் கல்விக்குக் கேந்திர இடங்களாக அமைவதற்கு 4 நூற்றுண்டுகளுக்கு முன்னரே, கார்டோவா நகர் பல கல்விக் கூடங்களையும், பல அறிஞர்களையும் பெற்றதொரு நகரமாக விளங்கிற்று.

அல்-ஆஸ்மை (All - Asma'i) என்னும் ஊரில் வாழ்ந்த பாஸ்ரா (Basra, 740—828) என்பவர் 'தாவரங்களும் மரமும்' (On Plants and Trees) என்ற நூலையும், 'திராட்சையும் ஈச்ச மரமும்' (On the Wine and the Palm Tree) என்ற பொருள்படும்படியானதொரு நூலையும் எழுதினர்.

இப்ன் வாஷிய்யா (Ibn Wahshiyya) என்பவர் வேளாண்மை பற்றிய நூல் ஒன்றினை எழுதியுள்ளார். இந் நூலில் சில அறிவியலுக்குப் பொருத்தமான வேளாண்மை முறைகளுடன் கட்டுக் கதைகளும் கலந்து காணப்பட்டன. ஸ்பானிய வேளாண்மை முறை பற்றி அபு செச்சார்ஜா இப்ன் அல்வாம் (Abu Secharjah Ibn Alwam) ஒரு நூலினை 12ஆம் நூற்றுண்டில் எழுதினர்.

10ஆம் நூற்றுண்டில் பாரசீகத்தைச் சேர்ந்த அபு மன்சூர் முவாஃபாக் பின் அலி ஹராவி (Abu Mansur Muwaffak Bin Ali Harawi) என்பவர் ஒரு மூலிகை நூலை எழுதினர். இதில் கூறப்பட்டுள்ள பல தாவரங்களின் பெயர்களும், மருந்தின் பெயர்களும் சமஸ்கிருதத்திலிருந்து (sanskrit) தோன்றியவையாக உள்ளன. எனவே, இந் நூலாசிரியர் இந்தியாவிலிருந்து பாரசீகத்திற்குக் கொண்டு சென்று பயிரிட்ட பல மூலிகைகளை அறிந்திருந்தார் என்பது தெளிவாகிறது. இவரது நூலில் பிளம், (prunus communis), எலுமிச்சை (citrus medica), பேரீச்சை (phoenix doctylifera), புளி (tamarindus indica), பூண்டு (allium sativum), மாதுளம் (punica granatum) முதலியவற்றின் விளக்கமான பயிரிடும் முறைகளையும், அவை மருத்துவத்தில் எம்முறையில் பயனளிக்கும் என்றும் விளக்கியுள்ளார். உதாரணமாக, இவர் எலுமிச்சையைப்பற்றி விளக்கும் தன்மையைக் காண்போம் :

எலுமிச்சையில் நான்கு பொருள்கள் உள்ளன:

1. தோல் (rind): இது வறண்டது, காரமுடையது; வாய்க் காற்றைச் சுத்தப்படுத்தி, வயிற்றை உறுதிப்படுத்தும். இதன் பண்புகள் சின்னமன் (cinnamon) பண்புகளை ஒத்துள்ளன.

2. சதை (flesh): இது நீரைப் போல் குளிர்ச்சியானது. இது செரிப்பதற்குக் கடினமாக இருப்பதனால் வயிற்றுக்கு ஒவ்வாதது. இதனால் குடலில் வாயுவையும் வலியையும் கொடுக்கும்.

3. சாறு (juice): இது அமிலத்தன்மை வாய்ந்தது. இது பித்தத்தைக் கட்டுப்படுத்தும்; வெப்பத்தினால் ஏற்படும் இதயத் துடிப்பைக் குறைக்கும்; கண்களில் உள்ள மஞ்சள் தன்மையினையும், கரும்புள்ளிகளையும் நீக்கும்.

4. விதைகள் (seeds): இவை செரிப்பதற்குக் கடினமானவை. தேள்கடிக்கு இவற்றை மருந்தாகப் பயன்படுத்தலாம். இலைகளை மென்றால் மணம் தரும். இவர் எழுதிய நூலில் சுமார் 584 வகைத் தாவரங்களின் மருத்துவப் பண்புகளும் பயன்களும் விவரிக்கப் பட்டுள்ளன.

இப்ன் சினு (Ibn Sina, 980-1037) என்பவர் அவிசென்னு (Avicenna) என்று அழைக்கப்பட்டார். இவர் பாரசீக நாட்டில் பிறந்து, தம் வாழ்வுக்காலம் முழுவதும் தாவரவியலுக்காகச் செலவிட்டார். இவர் தொகுத்த மூலிகை நூலினை 12ஆம் நூற்றாண்டில் கிரிமோனு (Cremona) என்னும் ஊரில் வாழ்ந்த ஜெரார்டு (Gerard) என்பவர் மொழிபெயர்த்தார். 15ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் இந் நூல் இலத்தீன், ஹிப்ரு ஆகிய மொழிகளிலும் மொழி பெயர்க்கப்பட்டன.

இப்ன் பைத்தார் (Ibn Baithar) என்பவர் மருந்துச் செடிகளான மூலிகைகளுக்காக டியூனிஸ் (Tunis), எகிப்து, கிரேக்கம், சிரியா, மெதீனு (Medina), மோசுல் (Mosul) ஆகிய இடங்களுக்குச் சென்று, பலவிதமான மூலிகைகளைச் சேகரம் செய்தார். இவர் எழுதியுள்ள நூலில் 1400 தாவரங்களின் மருத்துவப் பண்புகளும், விளக்கங்களும் காணப்படுகின்றன.

7. மறுமலர்ச்சிக் காலம்

(The Renascent Period)

பிற்போக்குக் காலத்திலிருந்து மக்கள் மீண்டும் மறுமலர்ச்சிக் காலத்திற்குத் திடீரென்று மாறிவிடவில்லை. 13ஆம் நூற்றாண்டில் இங்கும் அங்குமாகச் சில சிந்தனையாளர்கள் தோன்றினார்கள். குற்றங்குறை காணாத எதையும் அப்படியே ஏற்றுக்கொள்ளும் மனப்பான்மை மக்களிடையே சிறிது சிறிதாக நீங்கத் தொடங்கியது. கடவுள், மதம், உலகம் இவற்றைச் சொல்லிச் சில கருத்துகளை மக்களிடையே பரப்பி வந்தனர். ஆனால், இக் கருத்துகளையும் மக்கள் உண்மையா, பொய்யா என்று பகுத்துணர ஆரம்பித்தார்கள். இயற்கைத் தத்துவத்தின் மேல் மக்களது கவனம் ஈர்க்கப்பட்டு, கலைக்களஞ்சியங்கள் தயாரிக்கும் பணியில் ஈடுப்பட்டார்கள்.

கலைக்களஞ்சிய எழுத்தாளர்கள் (Encyclopedic Writers) : ஆல்பெர்டஸ் மேக்னஸ் (Albertus Magnus) என்பவர் சுவாபியன் (Suabian) என்ற மேன்மக்கள் குடியில் பிறந்தவர். இவர் பாதுவா (Padua) பல்கலைக்கழகத்தில் சேர்ந்து படிக்கும்போது அரிஸ்டாட்டிலின் தத்துவங்களை அறிந்துகொண்டார். இவரது அறிவின் மேதாவிலாசத்தினை உணர்ந்த அந் நாளைய அறிவியலறிஞர்கள் இவரை 'மத்தியகால அரிஸ்டாட்டில்' (Aristotle of the Middle Ages) என்று அழைத்தனர். இவர் நில நூல், வான நூல், மருத்துவம், தாவரவியல், விலங்கியல் போன்ற பல துறைகளிலும் கருத்தினைச் செலுத்தினார்; தம் காலத்தில் நிலவிய சில மூட நம்பிக்கைகளை எதிர்த்தார்; சிலவற்றினை ஆதரித்தார். காரணம் இவர் பழைய நம்பிக்கைகள் என்னும் நிலத்தில் வேரூன்றியிருந்தார். இவர் கிறித்துவ வைதீகக் கருத்துகளை ஆதரித்தார் ; அதே சமயத்தில் புதிய கருத்துகள் எங்கிருந்து வந்தாலும் அவற்றை ஏற்றுக்கொண்டார்; அறிவியல் தகவல்களைப் பரிசோதனைகள் மூலமே தெளிவடையச் செய்ய முடியும் என்று நம்பினார்.

இவர் எழுதிய நூல் 'டி வெஜிடபிலிஸ்' (De Vegetablis) எனப்படும். இந் நூல் 13,14ஆம் நூற்றாண்டுகளில் மிகவும் புகழ் பெற்று விளங்கிற்று. இந் நூலில் இவர் கண்டறிந்த தாவரங்களைப்பற்றி மட்டுமே விளக்குகிறார். தாவரங்களின் புற அமைப்பியல்பற்றி (morphology) இவர் கூறியுள்ள கருத்துகள் மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தவையாக விளங்குகின்றன. தாவரங்களில் காணப்படும் பெரு முட்கள் (thorns) தண்டின் மாற்றுருவங்கள் (modifications) என்றும், சிறு முட்கள் (spines) தாவரங்களின் மேலெழுந்த வாரியான அமைப்புகள் (superficial structures) என்றும் கருதுகிறார்; திராட்சையில் ஒரு பூங்கொத்திற்குப் பதிலாகவோ (inflorescence) அல்லது ஒரு குலை பழங்களுக்குப் பதிலாகவோ ஒரு பற்றுக்கம்பி (tendril) தோன்றுகிறது என்றும், பற்றுக்கம்பி குறைவளர்ச்சியுடைய பூங்கொத்து என்றும் கருதினர்; காட்டு ரோஜாவின் ஐந்தங்கச் சமச்சீரினை (pentamerous symmetry) அறிந்திருந்தார்; ஆப்பிள் கனியின் பாகங்களைத் தெளிவாக அதன் பூத்தளம், கனித் தோல்கள், சூல் அறைகள் முதலியவற்றையும் விளக்கியுள்ளார்.

இனங்கள் (species) மாறக்கூடியவை (mutable) என நம்பினர். ஆனால், பரிணாமக்கொள்கைகள் (evolutionary theories) எதையும் இவர் உண்டாக்கவில்லை. தியோஃபிராஸ்டஸிற்குப் பிறகு ஒரு வகைபாட்டியலை (classification) இவர்தான் உண்டாக்கினர்.

I. இலையற்ற தாவரங்கள் (leafless plants-cryptogams)

II. இலைகளுடைய தாவரங்கள் (leafy plants)

1. பட்டையுடையவை (plants with bark-monocotyledons)
2. உறையுடைய தாவரங்கள் (plants with tunica-dicotyledons)

(a) கணுக்களற்ற சிறு செடிகள்

(b) கணுக்களுடைய கெட்டியான மரங்கள்

இவர் எழுதிய நூலில் காணப்பட்ட தாவரங்களைப்பற்றிய செய்திகள் மற்றக் நூல்களிலிருந்தோ, பிறர் வாயிலாகவோ அறிந்தவையல்ல. இவர் ஒவ்வொரு தாவரத்தையும் நேரில் கண்டு ஆராய்ந்து, அதன் பண்புகளை விவரித்தார்; பல தாவரங்களை ஆராய்ந்து வகைபாடு செய்தார்.

இவரது மற்ற கருத்துகளாவன: 'கோதுமை கனமான மண்ணில் (heavy soils) நன்றாக வளரும். இத்தகைய கோதுமை

நல்ல ரொட்டி செய்யக்கூடிய மாவைத் தருகிறது. ஃபாகஸ் சில்வாடிகா(Fagus sylvatica) மரத்திலிருந்து நல்ல கரி (charcoal) கிடைக்கும். குயுர்கெஸ் ரோபர் (Quercus robur) பூ வேலைப்பாடுகளுடன் கூடிய மரச்சாமான்கள் செய்ய உதவும். ஜக்லன்ஸ் ரீஜியா (Juglans regia) ஆழமான குழிகளில் நல்ல இடைவெளி விட்டுப் பயிரிடப்பட வேண்டும். அதன் பிறகுதான் அவை தங்களுக்கே உரிய இயல்பான உருவத்தைப் பெறும். வால்நட் மரங்கள் சில கசப்பான நச்சுத்தன்மை வாய்ந்த பொருள்களைக்கொண்டிருப்பதால்,அவற்றைச் சுற்றிலும் மற்றத் தாவரங்களைப் பயிரிடலாகாது, செழிப்புள்ள நீர் பாய்ச்சிய மண்ணில் காய்கறிகளைப் பயிரிட வேண்டும். இதற்காக நீரூற்றோ, குளமோ, மழைநீரைத் தேக்கும் பள்ளமோ வேண்டும். விதைகளை விதைத்தவுடன் கூட்டமாக முளைப்பதால், வேறோர் இடத்தில் நாற்று நடும் முறையைச் (transplantation) செய்ய வேண்டும். தோட்டச் செடிகளுக்கு வேலி அமைத்து, விலங்குகளினின்றும் பாதுகாக்க வேண்டும். பயிர்களைத் தாக்கி அழிக்கும் புழுக்களைத் தவிர்க்கக் கரிப் புகையைத் (soot) தூவ வேண்டும். விதைகளை ஒயினில் (wine) நனைத்த பிறகு விதைத்தால், பயிர்களில் கம்பளிப்புழுக்கள் வரா.'

இவர் திராட்சை, டர்னிப் (Turnip), முள்ளங்கி (Raphanus sativus), கேரட் (Daucas carota), முட்டைக்கோஸ் (Brassica oleracea var. capitata), லெட்டூஸ் (Lettuce), ஸ்பைனஷ் (Spinach), கீனோபோடியம் (Chenopodium), தைம் (Thyme), வெங்காயம் (Allium cepa), குங்குமப் பூ (Crocus sativus), சீரகம் (Cuminum cyminum), சால்வியா (Salvia), பார்ஸ்லி (Parseley), ஸெலெரி (Celery) முதலிய தாவரங்களின் பயிரிடும் முறைகளைப் பற்றி அறிந்திருந்தார்.

பார்த்தோலோமாயிஸ் ஆங்கிலிகஸ் (Bartholomaeus Anglicus) என்பவர் 13ஆம் நூற்றாண்டில் இங்கிலாந்து நாட்டில் வாழ்ந்த அறிஞர். இவர் ஆக்ஸ்ஃபோர்டுப் பல்கலைக்கழகத்தில் படித்து, பிரெஞ்சு நாட்டின் மடாலயத்தில் பாதிரியாராகச் சேர்ந்தார். 'டி புரேபுரைடேடிபஸ் ரேரம்' (De Proprietatibous Rarum) என்ற நூலினை இவர் எழுதினர். இந் நூல் அக் காலத்தில் எழுதப் பெற்ற கலைக்களஞ்சியங்களுள் சிறப்பு வாய்ந்தது. எனவே, இந் நூல் பல ஐரோப்பிய மொழிகளிலும் மொழிபெயர்க்கப்பட்டது. இந் நூலில் உளநூல் (psychology), புவியியல் (geography), உள்ளமைப்பியல் (histology), செயலியல் (physiology), தாவர விலங்குகளுக்கு உண்டாகும் நோய்கள் ஆகியவற்றைப்பற்றியும் எழுதியுள்ளார்.

13ஆம் நூற்றாண்டில் பெல்ஜிய (Belgium) நாட்டில் கான்டிம்பிரி (Cantimpre) என்னும் ஊரில் தாமஸ் (Thomas) என்பவர்

வாழ்ந்து வந்தார். இவர் 15 ஆண்டுகள் அயராது உழைத்து 'டி நேச்சுரா ரேரம்' (De Natura Rarum) என்ற அறிவியல் கலைக்களஞ்சியத்தைத் தயாரித்தார்; மற்றும்' போனம் யுனிவர்சேல் டி அபிபஸ்' (Bonum Universale de Apibus) என்ற கதைகளடங்கிய நூலையும் எழுதினர். இவர் அல்னஸ் (Ulnus), பாதாம் (Prunus amygdalus), ஃபாகஸ் (Fagus), அபியம் (Apium), வெங்காயம், துளசி (Ocimum sanctum), குங்குமப்பூ முதலிய தாவரங்களைப்பற்றியும் இவரது நூலில் குறிப்பிடுகிறார்.

அச்சுத்தொழில் கண்டுபிடிப்பு (Invention of printing) : கி.பி. 1440ஆம் ஆண்டில் ஐரோப்பிய நாட்டில் அச்சடிப்பது கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. அச்சுத்தொழில் முதலில் மடாலயங்களைச் சேர்ந்த மதக்குருக்களின் உரிமையாயிருந்தது. அச்சுத்தொழில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதனால் ஒருவரது கண்டுபிடிப்பு, ஒருவரது கருத்து, ஒரு நாட்டின் அறிவியல் ஆராய்ச்சித்திறன் முதலியவை எல்லா நாட்டு மக்களுக்கும் எளிதில் பரவ முடிந்தது. அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகளும், கவிதைகளும், கலை, இலக்கியங்களும் பன்னாட்டவரும் பயன்படுத்தும் முறையில் பல நூல்கள் அச்சிடப் பட்டு விநியோகிக்கப்பட்டன. இதன் காரணமாக, ஒரு நூலின் பிரதியை நகல் எடுக்கப் பல நாள்களும் பல மனிதர்களும் சிரமப் பட்டு உண்டாக்குவதை, ஒரு நாளில் ஒரு சில மணி நேரங்களில் அச்சியந்திரங்களின் உதவியினால் பல்லாயிரக்கணக்கான பிரதிகள் எடுக்க இயலும். அச்சியந்திரங்களின் உதவியினால் பிழைகள், காலதாமதம், இடைச்செருகல்கள் இல்லாமல் பல பிரதிகள் தயாரிக்க முடியும்.

பண்டைத் தாவர நூல்கள் (Classical Herbals) : தாவரங்களைப் பற்றிச் சொல்லும் பழைய நூலுக்கு 'ஹெர்பல்' என்று பெயர். பழங்காலத்தில் இருந்த தாவரங்களைப்பற்றிய நூல்களையும், அவற்றை எழுதிய ஆசிரியர்களைப்பற்றியும் ஆராய்வோம் :

மேகென்பர்க்கைச் சேர்ந்த கோன்ராடு (Konrad of Magenberg) என்பவர் 'பச் டெர் நேச்சர்' (Puch der Natur) என்ற நூலினை மொழிபெயர்த்து, கி.பி. 1475ஆம் ஆண்டில் வெளியிட்டார். இந் நூலில் பல கட்டுக்கதைகள் அடங்கியுள்ள போதிலும், இதில் சுமார் 100 தாவரங்களின் வட்டார வழக்கில் உள்ள பெயர்களும் (vernacular names), அவற்றின் இலத்தீன் மொழிப்பெயர்களும் (latin names), அவற்றின் மருந்துக்குணங்களும் விளக்கப்பட்டுள்ளன. இந் நூலில் மரக்கட்டையில் செய்த அச்சினால் அச்சிடப் பட்ட பல படங்களும் காணப்படுகின்றன. இந் நூல் பல பதிப்புகளாக வெளிவந்தது.

அபுலியிலின் தாவரப்பதனம் என்ற நூலினை உரோமில் லிகமைன் (Ligamine) என்பவர் 1481 ஆம் ஆண்டில் வெளியிட்டார். இந் நூலில் இருள் காலத்தில் (dark ages) சொல்லப்பட்டிருந்த கட்டுக்கதைகளே சொல்லப்பட்டிருந்தாலும், இந் நூலில் பல பிரதிகள் எடுக்கப்பட்டன. இந் நூலினை அச்சிட ஜெர்மானிய நாட்டிலிருந்து அச்சுத்தொழிலில் தேர்ந்த தொழிலாளர்களைக்கொண்டு வந்து நூலை அச்சிடும்படி செய்தார்கள்.

கி.பி. 1484 ஆம் ஆண்டில் மெயின்ஸ் (Mainz) என்ற நகரத்தில் வாழ்ந்த பீடர் ஷுஃபர் (Peter Shoeffer) என்பவர் ஜெர்மானிய மொழியில் கார்ட் டெர் ஜெசுந்தீப்ட் (Gart der Gesundheit) என்ற நூலை 400 படங்களுடன் அச்சிட்டு வெளியிட்டார். இந் நூலினைப் பல ஆசிரியர்கள் ஒன்று சேர்ந்து எழுதினார்கள். இதையடுத்த 20 ஆண்டுகளில் நெதர்லாண்ட்ஸ் (Netherlands), பிரான்சு, இத்தாலி, ஸ்விட்சர்லாந்து (Switzerland), ஜெர்மனி (Germany) முதலிய பல நாடுகளிலும் தாவரங்களைப்பற்றிப் பல நூல்கள் வெளியாயின.

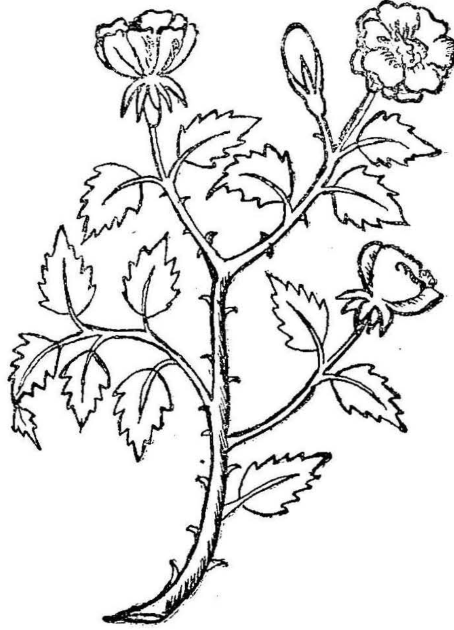
ஹார்டஸ் சானிடேடஸ் (Hortus Sanitatus) என்ற நூல் பல படங்களுடன், இலத்தீன் மொழியில் வெளியிடப்பட்டது. இந்



படம் 7. விசியா ஃபாபா
(ஹார்டஸ் சானிடேடஸிலிருந்து எடுத்த படம்)

நூலில் பல வியாதிகளுக்குரிய மருந்துகளும், நோய்த்தடுப்பு முறைகளும், உடல் மனத்துன்பங்களைத் தணிக்கின்ற முறைகளும் கூறப்

பட்டிருந்தன. இதனல் இந் நூல் 16 ஆம் நூற்றூண்டு வரை நிலைத்திருந்தது. இதில் உள்ள படங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 8. ரோஜா
(ஹார்டஸ் சானிடேடஸிலிருந்து எடுத்த படம்).

மூலிகை நூல்களை எழுதுவதும், வெளியிடுவதுந்தான் 16ஆம் நூற்றூண்டின் சிறப்புச் செயல்களாக இருந்தன. இந் நூல்கள் பெரும்பாலும் தேவையை அடிப்படையாகக்கொண்டு எழுதப்பட்டவை. குறிப்பிட்ட நோயிற்குக் குறிப்பிட்ட தாவரம், நோய் நீக்கும் பண்பினைப் பெற்றுள்ளது என்று தேர்ந்தெடுக்கும் முறைகள் இந் நூலில் சொல்லப்பட்டுள்ளன. எனவே, இந் நூலாசிரியர்களது முழு நோக்கமும் நோயிற்கு, நோய் தீர்க்கும் ஆற்றலையுடைய தாவரங்களைத் தேர்ந்தெடுப்பதுதானேயொழியத் தாவரவியல் முன்னேற்றத்திற்குப் பாடுபட வேண்டும் என்ற கொள்கையோ, கோட்பாடோ, குறிக்கோளோ அவர்கள் கொண்டிருக்கவில்லை. இத்தகைய பணிகளில் தாவரவியல் அறிவிற்கு ஆக்கமளிக்கும் சில கருத்துகள் ஆங்காங்கே காணப்பட்டால், அச்செயல்கள் தாவரவியலுக்கு அவர்கள் அறியாமற்செய்த தொண்டுகளாம்.

ஐரோப்பியத் தாவர நூலறிஞர்கள் (Herbalists in Europe) ; ஆட்டோ பிரன்ஃபெல்ஸியஸ் (Otto Brunfelsius) என்பவர் ஜெர்மானிய நாட்டில் மெய்ன்ஸ் (Mainz) என்ற நகரில் 1464ஆம் ஆண்டில் பிறந்தார். இவர் எழுதிய 'ஹெர்பேரம் விவீ எய்கோன்ஸ்' (Herbarum Vivae Eicones) என்ற தாவரவியல் நூல் மூன்று தொகுதிகளாக வெளியிடப்பட்டது. இந் நூலில் தாவரங்களின் மருத்துவப் பண்புகளும், அவற்றை இயற்கைச் சூழலில் எவ்வாறு இனம் கண்டுகொண்டு சேகரம் செய்வது என்ற விவரங்களும் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. இதில் காணப்படும் படங்கள் மிகவும் தெளிவாக உள்ளன. இவர் எழுதிய தாவர நூல் பழைய தாவர நூல்களையும், நவீனக் காலத் தாவரவியல் நூல்களையும் இணைக்கும் படியாக உள்ளது. இந் நூலில் நீண்ட, தொடர்ச்சியான, பழைய, மத்தியக்கால மருத்துவத் தாவரங்களைப்பற்றிய அறிவின் முடிவும், நவீனக்காலத் தாவரவியல் அறிவின் தொடக்கமும் காணப்படு கின்றன. இந் நூலில், இந்த ஆசிரியருக்கு முன்பு நிலவிய கருத்து களும், பார்த்தவுடன் தெளிவாக இனம் கண்டுகொள்ளக்கூடிய நல்ல படங்களும் அமைந்திருந்தன. பிரன்ஃபெல்ஸியஸ் அந் நாளில் தாவரங்களுக்கு இட்ட பெயர்களும், அத் தாவரங்களுக்கு இந் நாளில் வழங்கும் பெயர்களும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன :

பிரன்ஃபெல்ஸியஸ் வழங்கிய பெயர்	இந் நாளைய பெயர்
1. ஹெர்பா பாரலிஸிஸ் (Herba paralysis)	பிரைமுலா வெரிஸ் (Primula veris)
2. வயோலா சில்வெஸ்ட்ரிஸ் (Viola sylvestris)	வயோலா ஹிர்டா (Viola hirta)
3. கிரஸ் கால்லி (Crus galli)	ரேனன்குலஸ் பல்போசஸ் (Ranunculus bulbosus)
4. லபாதம் அசிடோசம் (Lapotham acetosum)	ரூமெக்ஸ் அசிடோசா (Rumex acetosa)
5. ஐகோரேரியா (Iecoraria)	மார்கான்ஷியா பாலிமார்ஃபா (Marchantia polymorpha)

பூந்தோட்டத்தில் அழகுக்காக வளர்க்கப்படும் தாவரங்கள் என்றும், நறுமணத்திற்காக வளர்க்கப்படும் தாவரங்கள், மணப் பெண் அலங்காரத்திற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் மலர்களுடைய தாவரங்கள் என்றும் பல வகையான மலர்த்தாவரங்களைப்பற்றிக் குறிப்பிடுகிறார்.

ஹியிரோனிமஸ் ட்ராகஸ் (Heironymous Tragus) என்பவர் பிரன்ஃபெல்ஸியஸுடன் தொடர்பு கொண்டவர். இவர் 'புதிய குருடர்புக்' (New Kreutterbuch) என்ற நூலை 1539ஆம் ஆண்டில் வெளியிட்டார். இவருக்கு முன்பிருந்த அறிஞர்கள்

கவனிக்கத் தவறிய, வர்ணிக்கத் தவறிய அல்லி இதழ் (petal), மகரந்தத்தாள் (stamen), சூலகம் (gynoccium) முதலிய பூவின் சிறப்பான உறுப்புகளை இவர் தம் நூலில் விவரிக்கிறார்; பயிறுவகைத் தாவரங்களில் (leguminous plants) வேர்முண்டுகளைப் (root nodules) படம் வரைந்து இவர் நூலில் காட்டியுள்ளார்; ஆனால், அவற்றின் முக்கியத்துவத்தைப் பற்றி எதுவும் குறிப்பிடவில்லை.

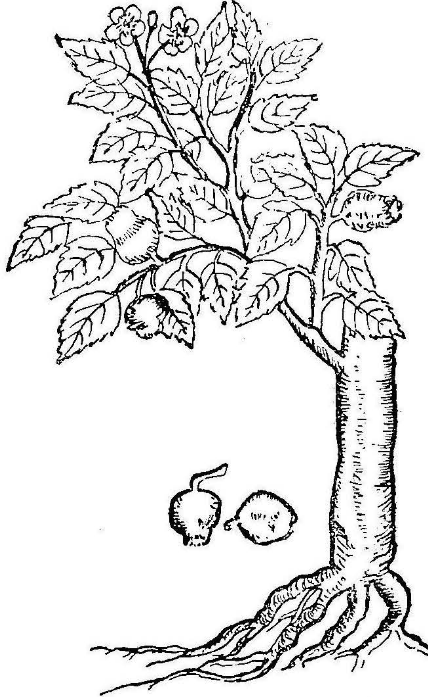
வேலேரியஸ் கார்டஸ் (Valarius Cordus, 1515-1544) என்பவர், 'ஹிஸ்டோரியா பிளாண்டாரம்' (Historia Plantarum) என்ற நூலினை எழுதினார். இவர் தமது 29ஆம் வயதிலேயே இறந்துவிட்டார். இந் நூலை 5 தொகுதிகளாகக் கான்ராடு ஜெஸ்னர் (Conrad Gesner) என்பவர் வெளியிட்டார்; இந் நூலில் ஜெர்மனி, இத்தாலி நாடுகளில் இருந்த மருத்துவத் தாவரங்களைப்பற்றியும், பல அயல் நாட்டு மரங்களின் பட்டை (bark), கட்டை (wood), கனி, ரெசின் (resin) பற்றியும் குறிப்பிட்டுள்ளார். இவரது சமகாலத்தில் வாழ்ந்த தாவரவியல் அறிஞர்களது வர்ணனைகளைவிட இவரது தாவரவியல் வர்ணனை மிகச்சரியாக இருந்தது. இதற்குக் காரணம் இவர் பழங்காலத் தாவரவியல் வர்ணனைகளை முழுவதும் அதே மாதிரியாகக் கைக்கொள்ளவில்லை.

16ஆம் நூற்றாண்டின் மிகச் சிறந்த மூலிகைவாதி லியோனார்டு ஃபுக்ஸ் (Leonard Fuchs, 1501-1566) ஆவர். இவர் மருத்துவராகப் பணியாற்றினார்; தமது பிரதான வேலையாகிய மருத்துவத் தொழிலுக்கிடையே கிடைத்த ஓய்வு நேரங்களில் தாவரங்களைப் பற்றி அறியும் முயற்சிகளில் ஈடுபட்டார்; 'டி ஹிஸ்டோரியா ஸ்டர்பியம்' (De Historia Stirpium) என்ற தாவரவியல் நூலினை எழுதினார். இவர் தேர்ந்த மருத்துவராதலினால், தாவரங்களின் பிணி தீர்க்கும் பண்புகளை மட்டும் கருத்தில் கொண்டு அவற்றைப் பற்றி மட்டும் தமது நூலில் எழுதுகிறார்; தாவரங்களின் உள்ளமைப்பியல் (Anatomy), செயலியல் (Physiology) போன்ற தாவரத் துணையியல்களில் (Branches of Botany) தம் கருத்தினைச் செலுத்தவில்லை. இலையொத்த பூக்கள் (leafy flowers) என்றும், இழையொத்த பூக்கள் (capillary flowers) என்றும் இருவகைப் பூக்களைப் பற்றி இவர் தம் நூலில் கூறுகிறார்; புல்லியிதழ்களைப்பற்றிச் சொல்லும்போது, அது முதலில் பூவையும், பின்னர்க் கனியையும் மூடியிருக்கும் என்று கூறுகிறார். இவர் தமது நூலில் தாவரங்களின் கிரேக்கப் பெயர்களுக்கேற்ப (Greek names) அகர வரிசையில் அமைக்கிறார். ஆனால், முறையான வகைபாட்டியலைப் பற்றி இவர் போதிய கவனத்தைச் செலுத்தவில்லை. இவரது நூலில் சுமார் 511 வகையான தாவரங்களைப்பற்றிய விவரங்களும், வர்ணனைகளும் காணப்படுகின்றன. இவர் பிரன்ஃபெல்ஸியஸ்

சொல்லத் தவறிய டிரைடிகம் டர்ஜிடம் (Triticum turgidum), மக்காச் சோளம் (Zeamays), ஃபேசியோலஸ் வல்காரிஸ் (Phaseolus vulgaris), டேஜிடஸ் படுலா (Tagetus patula) போன்ற தாவரங்களைப்பற்றிக் குறிப்பிடுகிறார். இவர் நூலில் காணப்பட்ட மக்காச்சோளத்தின் படம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

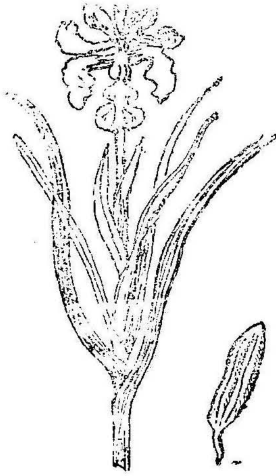
ரெம்பர்ட் டோடோயென்ஸ் (Rembert Dodoens, 1517-1585) என்ற மருத்துவத் தாவர வியலறிஞர் 'குருய்டிபுக்' (Curydebock) என்ற நூலையும், 'ஸ்டர்பியம் ஹிஸ்டோரியே' (Stirpium Historiae) என்ற சிறந்ததொரு நூலையும் இயற்றினார். ஹாலந்து நாட்டில் இவரது காலம் வரை இனம் கண்டு விவரிக்கப்படாத பல நூல்களைப்பற்றி இவர் தம் நூலில் விளக்குகிறார்.

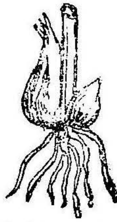
இவரது நூலிலிருந்து எடுத்த ஆப்பிள் மரத்தின் படம் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 9. ஆப்பிள் மரம்
(டோடோயென்ஸ் என்ற நூலிலிருந்து எடுக்கப்பட்டது)

கரோலஸ் குளூஸியஸ் (Carolus Clusius, *1526-1609*): என்பவர் ஜெர்மன் நாட்டில் மருத்துவம் பயின்று பட்டம் பெற்றார். இவர் டோடோயென்ஸ் எழுதிய நூலைப் பிரெஞ்சு மொழியில் மொழிபெயர்த்தார். இவர் 'ரேரியோரம் அலிகுவாட் ஸ்டர்பியம் பெர் ஹிஸ்பானியாஸ் ஆப்சர்வடேரம்' (Rariorum aliquot stirpium per hispanias observatarum) என்ற நூலினை எழுதினார்; இதில் ஸ்பெயின், போர்ச்சுகல் நாட்டுத் தாவரங்களைப்பற்றி விவரிக்கிறார்; வியன்னாவில் (Vienna) இருந்த தாவரவியல் பூங்காவில் ஐரோப்பாவில் அந்நாள் வரை பயிரிடப்படாமலிருந்த வெள்ளை உருளைக்கிழங்கு போன்ற பயிர்களைப் பயிரிடும்படி செய்தார். இவரது நூலிலிருந்து எடுத்த ஐரிஸ் (Iris) செடி படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.





படம் 10. ஐரிஸ் பல்போசா (குளூஸியஸ் எழுதிய டோடோயென்ஸ் என்ற நூலிலிருந்து எடுக்கப்பட்டது)

தாவரவியல் அறிவு வளர்ச்சிக்குப் பணியாற்றிய முதல் ஆங்கில அறிஞர் வில்லியம் டர்னர் (Willium Turner, *1515-1568*) ஆகும். 'கிரேட் ஹெர்பல்' (Grete Herbal) என்ற நூலில் இவர் பல குறைபாடுகளைக் கண்டார்; அதன் காரணமாகப் புதியதொரு நூலினை எழுத வேண்டும் என்ற ஆர்வமுடையவரானார். இவர் எழுதிய புதிய நூலில் இங்கிலாந்து நாட்டின் தாவரங்களையும், அவற்றின் வளரிடங்களைப்பற்றியும் (habitat) கூறுகிறார். இவர் 'புதிய மூலிகை நூல்' (A New Herbal) என்ற நூலை மூன்று பகுதிகளாக முறையே *1551, 1562, 1568* ஆம் ஆண்டுகளில் வெளியிட்டார்; இவர் இத்தாலி, ஜெர்மனி முதலிய நாடுகளுக்குச் சென்று, அங்குக் கண்ட தாவரங்களையும் தமது நூலில் குறிப்பிடுகிறார். இவர் தமது நூலில் தாவரங்களை அகர வரிசையில் (alphabatic order) வரிணிக்கிறார்.

ஜான் ஜெரார்டு (John Gerard, 1545-1612) என்பவர் பெரிய தொரு பூந்தோட்டத்தினை நிறுவி, அதில் காணப்பட்ட சுமார் 1033 வகையான தாவரங்களைப்பற்றிக் கூறுகிறார்; கி.பி.1597ஆம் ஆண்டில் 'தாவரங்களின் பொது வரலாறு' (general historie of plants) என்ற தலைப்பில், 1800 மரச் செதுக்குப் படங்களுடன் (woodcuts) வெளியிட்டார். இவரது நூலில் கண்ட பிழைகளைத் தாமஸ் ஜான்சன் (Thomas Johnson) என்பவர் திருத்தி, 'ஹெர்பல்' (Herbal) என்னும் தலைப்புடைய ஒரு நூலாக வெளியிட்டார்.

ஆண்டிரியா ஸீஸல்பினோ (Andrea Ceasalpino, 1519-1603) என்பவர் அந் நாளில் ஒரு சிறந்த மருத்துவராக விளங்கினார். இவர் 'பொலோனா' (Bologna) என்ற இடத்தில் உள்ள தாவர வியல் பூங்காவின் இயக்குநராகவும் (Director), தாவரவியல் பேராசிரியராகவும் (Professor of Botany) இருந்தார். 1583ஆம் ஆண்டில் 'டி பிளான்டிஸ்' (De Plantis) என்ற தலைப்பில் 16 தொகுதிகளையுடைய ஒரு நூலை வெளியிட்டார்; முதல் தொகுதி யில் தமது கொள்கையினையும், மற்ற 15 தொகுதிகளில் சுமார் 1500 வகைத் தாவரங்களைப்பற்றியும் குறிப்பிடுகிறார்.

கனிகளையும், விதைகளையும் ஆதாரமாகக்கொண்டு ஸீஸல் பினோ தாவரங்களை வகைபாடு செய்தார்; தாவரங்களின் பருவ வேறுபாடுகள் (seasonal variations), முளைவேரின் இயல்பு, (nature of radicle), வேரின் அமைப்பு முதலான பல செய்திகளை யும் தம் நூலில் கூறுகிறார். தாவரங்களின் உள்ளமைப்பியலிலும், செயலியலிலும் இவர் கொண்ட கருத்துகள் புதுமையாகவும், பொய்க்கதைகளைப் போன்றவையாகவும் (fallacious) இருந்தன. விலங்குகளில் காணும் இரத்தச்சுழற்சியைப்போல் (blood circulation) தாவரங்களிலிலும் இருக்கலாம் என்று இவர் எண்ணி னார். தாவரங்களில் இவ் வகையான 'இரத்தச்சுழற்சி' ஆரம்ப மாகும் இடம் 'தாவர உயிர்' (plant soul) என்று சொல்லப்படும். இவ்விதமான தாவர உயிர் வேரும் தண்டும் இணையும் இடத்தில் காணப்படுகிறதென்று நம்பினார். தாவரங்கள் விலங்குகளை ஒத் தவை என்றும், ஆனால் அவை முழுமைபெறாதவை (imperfect) என்றும், தாவரங்களில் காணப்படும் பித் (pith) விலங்குகளில் காணப்படும் முதுகுத்தண்டு நாளத்தை (spinal cord) ஒத்தது என்றும் இவர் கருதுகிறார்.

தாவரங்களில் விதைகளுக்கு முக்கியத்துவம் கொடுத்த இவர், அவற்றில் 'பால்தன்மை' (sexuality) இருப்பதை ஏற்றுக்கொள்ள மறுத்தார்; இலைகள் ஊட்டமுறைக்கு (mode of nutrition) உதவு கின்றன என்றும், அவை கனிகளைப் பாதுகாக்கின்றன என்றும்,

அவை மரப்பட்டையிலிருந்து தோன்றுகின்றன என்றும் நம்பினர்; விதையில்லாத் தாவரங்கள் (cryptogams) அழுகலினால் ஊட்டப் பெற்றவை (bred of putrefaction) என்று நம்பினர்; தாவரங் களில் காணும் இலையடுக்கத்திற்கு (phyllotaxy) ஓர் அமைப்பு (pattern) உள்ளது என்றும், பூக்கள் இலைகளிலிருந்து உண் டாகியவை என்றும் கருதினர்.

ஜோஹான் பாஹின் (Johann Bauhin, 1541-1613) என்பவர் எழுதிய தாவரவியல் நூல் 'ஹிஸ்டோரியா பிளான்டாரம் யுனிவர்சாலிஸ்' (Historia Plantarum Universalis) எனப்படும். இந் நூல் மூன்று தொகுதிகளாக எழுதப்பட்டது. இதில் சுமார் 5000 தாவரங்களைப்பற்றிய வர்ணனைகளும், அவை வாழும் சூழ்நிலைகளைப்பற்றியும் கூறப்பட்டுள்ளன.

காஸ்பார் (Kaspar, 1560-1624) ஜோஹான் பாஹி னுடைய இளைய சகோதரர்; பல்கலைக்கழகத்தில் பட்டம் பெற்ற பிறகு, இரு ஆண்டுகள் இத்தாலி, பிரான்சு, ஜெர்மனி முதலிய நாடுகளுக்குச் சென்று, அங்குக் கண்ட தாவரங்களைச் சேகரம் செய்துகொண்டு வந்தார். இவர் அந் நாளில் வாழ்ந்த பல தாவரவியலறிஞர்களிடமும் தொடர்பு கொண்டிருந்தார். இவர் 1596ஆம் ஆண்டில் 'ஃபைடோபினக்ஸ்' (Phytopinax) என்னும் நூலை எழுதினர். இதில் கிராமினேசீக் குடும்பத்தில் (Graminaceae) ஆரம்பித்துப் பேபிலயனேசீக் குடும்பம் (Papilionaceae) வரையி லான சுமார் 2700 தாவரங்களை விவரித்துள்ளார்; கி.பி. 1620ஆம் ஆண்டில் 'புரோட்ரோமஸ் தியேட்ரி பொடானிசி' (Prodromous Theatri Botanici) என்னும் நூலை எழுதினர். இதில் சுமார் 6000 புதிய தாவரங்களைப்பற்றிய விவரங்கள் கூறப்பட்டுள்ளன. இந் நூலில்தான் உருளைக்கிழங்குச் செடிக்குச் சொலானம் டியூபெரோ சம் (solanum tuberosum) என்ற பெயர் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இந் நூலில் சுமார் 40 படங்களும் உள்ளன. இவர் 40 ஆண்டுகள் அயராது உழைத்து, 'பினக்ஸ் தியேட்ரி பொடானிசி' (Pinax Theatri Botanici) என்ற நூலை எழுதினர். இந் நூலில் சுமார் 6000 வகையான தாவரங்களின் விவரங்கள் கூறப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு தாவரத்திற்கும் இரு பெயர்களைத் தந்தார்; இயல்பான உறவு முறைகளை (natural affinities) ஆதாரமாகக்கொண்டு, ஒரு விதமான வகைபாட்டினை உருவாக்கினர். இவரது வகைபாட்டில் புற்கள், லில்லிகள் முதலிய ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களைக் கூறிய பின் இரு வித்திலைத் தாவரங்களையும், புதர்ச்செடிகளையும் (shrubs), மரங்களையும் கூறுகிறார். பழங்காலத்தில் தாவரங்களைப்பற்றிக் கூறப்பட்ட கட்டுக்கதைகளை இவருடைய நூலில் காண முடியாது. ஆனால், இவர் தாவரங்களுடைய முக்கியமான உறுப்புகளாகப்

பூக்களையும் கனிகளையும் கருதவில்லை. ஜோஹான் பாஹின் என்ற சகோதரர்கள் இருவரும் இணைந்து ஒரு நூலினையும் எழுதவில்லை. புளுமியர் (Plumier) என்ற அறிஞர் பாஹின் என்ற அறிஞரது நினைவாக இரு சிற்றிலைகளுடைய (2 leaflets) பெருங்கொடிக்குப் (liane) பாஹினியா (Bauhinia) என்ற பெயரை வைத்துச் சிறப்பித்துள்ளார்.

கீழைநாட்டுத் தாவரவியல் அறிஞர்கள் (Herbalists in the Orient): சவ் வாங் சியாவோ (Chou Wang Hsiao) 1406ஆம் ஆண்டில் ஒரு தாவரநூலினைப் பல சிறந்த படங்களுடன் வெளியிட்டார். இவர் மிங் பேரரசரான (Ming Emperor) ஹூங்வு (Hungwu) என்பவரது குமாரர். இவர் தமது அரசக் கடமைகளிடையே கி.பி. 1382 முதல் கி.பி. 1400 வரை ஹோனன் (Honon) என்னும் மாகாணத்தில் உள்ள பல இடங்களுக்கும் சென்று அங்குள்ள மக்களைச் சந்தித்துப்



படம் 11. 'பஞ்சம் தீர்க்கும் தாவரங்கள்' நூலில் உள்ள படம்

பஞ்சக்காலத்தில் மக்கள் பயன்படுத்தும் சுமார் 414 வகையான தாவரங்களைப்பற்றி அறிந்துகொண்டார். சில பகுதிகளில் வாழும் மக்கள் பஞ்சக் காலத்தில் சில வகையான தாவரங்களை உணவாக உட்கொண்டனர். இதற்குத் தக்கவாறு பாகுபாடு செய்து 'பஞ்சம்

தீர்க்கும் தாவரங்கள்' (Relieve Famine Herbal) என்ற தலைப்பில் பிரசுரம் செய்தார் ; இந் நூலில் மருந்தாகப் பயன்படுத்தப்படும் பல மூலிகைகளைப்பற்றியும் கூறியுள்ளார். இந் நூலில் மூன்று பதிப்புகள் வெளியிடப்பட்டன. இந் நூலில் இருந்து ஒரு படம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

லி ஷி சென் (Li Shi Chen) என்பவர் 1590ஆம் ஆண்டில் 'பென் சாவோ காங் மு' (Pen tsao kang mu) என்ற மருந்திற்குப் பயன்படும் தாவரங்களடங்கிய மூலிகை நூலினை வெளியிட்டார். இந் நூலில் 52 அத்தியாயங்களும், 16 பகுதிகளும், 32 தொகுப்புகளும் உள்ளன. இவற்றுள் தாவரங்களைப்பற்றி 5வது, 16வது பகுதிகளில் சொல்லப்பட்டுள்ளன.

1. செடிகள் (Herbs)

ஹைபிஸ்கஸ் (Hibiscus), ஐரிஸ் (Iris), அகோரஸ் (Acorus), பரணிகள் (Ferns), மாஸ்கள் (Mosses).

2. தானியங்கள் (Grains)

பார்லி, கோதுமை, அரிசி, சணப்பு (Hemp).

3. சமையலுக்கு உதவும் செடிகள் (Kitchen Herbs)

பூண்டு, வெங்காயம், கேரட், ஸ்பைனஷ் (Spinach), சர்க்கரை வள்ளிக்கிழங்கு, பீட்ரூட், காளான்கள் (Mushrooms).

4. கனிகள்

பிளம், ஆப்ரிகாட், ஆப்பிள், ஆரஞ்சு, பேரீச்சம்பழம், மிளகு, தேயிலை.

5. மரங்கள்

தூஜா (Thuja), பைன் (Pine), எல்ம் (Elm), செடார் (Cedar).

இந் நூலினை 800க்கும் மேற்பட்ட ஆசிரியர்களது ஆலோசனையுடன், 30 ஆண்டுகள் பாடுபட்டு எழுதினர். இந் நூலில் மக்காச்சோளத்தின் படமும் வர்ணனையும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

தாவரப் புதுநில ஆய்வு (Plant Exploration)

மத்தியக் காலத்தில் வாழ்ந்த ஐரோப்பியர்கள் தொலைதூர நாடுகளுக்குப் பயணம் செய்வதில் தம் கருத்தினைச் செலுத்தவில்லை. ஆனால், சிலர் பல நாடுகளுக்கும் பயணம் செய்ய வேண்டும் என்று தைரியமாக முன்வந்தனர். ஆனால், இவர்கள் பல நாடுகளுக்கும் போய்வந்த பிறகு அந் நாடுகளைப்பற்றித் தெரிவித்த பயங்கரமான கருத்துகள், நிகழ்ச்சிகள், கதைகளினால் மற்றவர்

களும் வேற்று நாடுகளுக்குப் பயணம் செய்ய அஞ்சினர்கள். மார்க்கோ போலோ (Marco Polo, *1250 - 1324*) என்பவர் கீழை நாடுகள் பலவற்றிற்கும் பயணம் செய்து, சீன நாட்டில் 24 ஆண்டுகள் தங்கியிருந்தார்; அங்ஙனம் சீன நாட்டில் தங்கி யிருக்கும்போது 3 ஆண்டுகள் அந் நாட்டைச் சேர்ந்த ஒரு மாகா ணத்தின் நிருவாகியாகவும் (administrator) இருந்தார். இவரது பயணக்கட்டுரைகள் படிப்பதற்கு மிகவும் சுவையானவை. இவரது பயணக்கட்டுரைகளில் அரிசி, கோதுமை, இஞ்சி, மூங்கில் முதலிய பொருளாதாரப் பயன் தரும் தாவரங்களைப்பற்றிய குறிப்புகள் கூறப்பட்டுள்ளன.

இபன் பதூதா (Ibn Batuta, *1304 - 1378*): இவர் 14ஆம் நூற்றுண்டில் மொரோக்கோ (Morocco) நாட்டிலிருந்து பல நாடு களுக்கும் சென்று, அங்குக் கண்ட மக்களின் மத, சமுதாயப் பழக்க வழக்கங்களைப்பற்றிக் கூறியுள்ளார். இவர் மெக்கா (Mecca), மெதீனு (Medina), அனடோலியா (Anatolia), பாரசீகம் (Persia), இந்தியா, சீனு முதலிய நாடுகளுக்கும் பயணம் செய்தார். இவரது பயணக் குறிப்புகளில் உணவிற்கும், உடைக்கும் பயன் படுத்தப்படும் தாவரங்களைப்பற்றிக் கூறுகிறுர்.

நிக்கோலஸ் மொனுர்டிஸ் (Nicholas Monardes, *1493-1588*) : இவர் ஸ்பெயின் (Spain) நாட்டைச் சேர்ந்த பிரபலமான மருத்துவர். இவர் புதிய உலகம் (new world) என்று சொல்லப் படும் அமெரிக்க நாடுகளுக்கு நேரில் செல்லாவிடினும், அங்குச் சென்று திரும்பிய மாலுமிகளும், மற்றவர்களும் கூறிய தகவல்களை ஆதாரமாகக்கொண்டு, அங்குள்ள தாவரங்களைப்பற்றி இரு தொகுதிகளைக்கொண்டதொரு நூலினை எழுதினுர். இந் நூலின் பயனைக் கருத்தில்கொண்டு ஜான் ஃபிராம்ப்டன் (John Frampton) என்பவர் ஆங்கில மொழியிலும், குளூஸியஸ் (Clusius) என்பவர் இலத்தீன் மொழியிலும் மொழி பெயர்த்தனர்.

அமெரிக்க நாடுகளின் தாவர வளத்தினைக் கேள்விப்பட்ட இரண்டாவது ஃபிலிப் (Phillip II) என்ற ஸ்பெயின் நாட்டு மன்னர் தமது அரசாங்க மருத்துவரான (royal physician) ஃபிரான்ஸிஸ்கோ ஹெர்னுன்டெஸ் (Francisco Hernandez) என்பவரை அமெரிக்க நாட்டின் தாவர வளத்தினை ஆராய்ந்து வருமாறு அனுப்பினுர். இதுதான் முதன்முதலில் தாவர வளத்தினை ஆராய்ந்து வரும்படி அனுப்பிய முதல் புது நிலவள ஆய்வாகும். ஹெர்னுன்டெஸ் 1570ஆம் ஆண்டில் ஸ்பெயின் நாட்டினை விட்டுப் புறப்பட்டு மெக்ஸிகோ நாட்டிற்குச் சென்று, அங்குக் கண்ட தாவரப் பூங் காக்களைப்பற்றியும், அந் நாட்டு மக்கள் அறிந்திருந்த மூலிகை

களைப்பற்றியும் ஆராய்ந்து குறிப்புகள் தயாரித்துக்கொண்டார். இவர் 5 ஆண்டுகளில் அங்குள்ள தாவரங்களைப்பற்றி 15 தொகுதிகளையுடைய நூலினை எழுதினார். இவரது காலத்தில் அமெரிக்க நாடுகளிலிருந்து பல புதிய தாவரங்கள் ஐரோப்பிய நாடுகளுக்குக் கொண்டுவரப்பட்டுப் பயிரிடப்பட்டன.

ஃபுளோரிடா (Florida) என்ற மாகாணத்திலிருந்து கைதியாகத் திரும்பிய ஒரு சிப்பாய் புகையிலையின் விதைகளைக்கொண்டு வந்தார். ஜீன் நிகாட் (Jean Nicot) என்ற பிரெஞ்சு நாட்டின் தூதுவர், இச் சிப்பாயிடமிருந்து சில புகையிலை விதைகளை வாங்கித் தமது வீட்டுத்தோட்டத்தில் பயிராக்கினார்; புகையிலையிலிருந்து தயார் செய்த பொடியை ஃபிரான்சிஸ் I (Francis I) என்ற அரசருக்கும், காதரைன் டி மெடிசி (Catherine de Medici) என்ற அரசிக்கும் அனுப்பினார். அக் காலத்தில் பொடி தலைவலிக்கு மருந்தாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. 13வது லூயி மன்னர் (Louis XIII) மருத்துவரது ஆலோசனையின்றிப் பொடியைப் பயன்படுத்தக் கூடாது என்று தடையை விதித்தார். 1565ஆம் ஆண்டில் சர் ஜான் ஹாகின்ஸ் (Sir John Hawkins) என்பவர் புகையிலையை இங்கிலாந்து நாட்டிற்கு எடுத்துச் சென்றார். டிரேக் (Drake) என்பவரால் எடுத்துச் செல்லப்பட்ட புகையிலையைக்கொண்டு சர் வால்டர் ராலே (Sir Walter Raleigh) புகை பிடித்தார். இக் காலத்தில் பல பாதைகளின் வழியாக பால்சம் (Balsam), சரசபரில்லா (Sarasaparilla), சின்கோனா (Chinchona), காப்சிகம் (Capsicum), கோபால் (Copal) முதலிய பொருள்கள் ஐரோப்பிய நாடுகளுக்குக் கொண்டுவரப்பட்டன.

ஐரோப்பியப் பாதிரியான மார்டின் டி ஹெர்ராடா (Martin de Herrada) என்பவர் 1575ஆம் ஆண்டில் சீன நாட்டில் தங்கி, அங்குக் காணப்பட்ட கோதுமை, பார்லி, தினை, மக்காச்சோளம், லிட்சி (Nephelium litchi) முதலியவற்றைப்பற்றிய விவரங்களைத் தருகிறார்.

இந் நான்கு நூற்றாண்டுகளிலும் தாவரங்களைப்பற்றி மனிதன் மேலும் மேலும் அறிய ஆவலுடையவனாக இருந்தான். குறிப்பாக, மக்களின் பிணி தீர்க்கும் ஆற்றல் பெற்ற மூலிகைகளைப்பற்றிய ஆர்வம் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும் என்ற அவா மக்களிடையே மிகுதியாக இருந்தது. இதனால் புது விதமான தாவர வகைகளை ஆராய்ச்சி செய்யவும், அறியவும், புதிய உண்மைகளைக் கண்டு பிடிக்க வேண்டும் என்ற உற்சாகம் மக்களிடையே பரவிற்று

8. 17, 18ஆம் நூற்றுண்டுகளில் தாவரவியல் வளர்ச்சி

தாவரவியல் வரலாற்றில் 17, 18ஆம் நூற்றுண்டுகள் ஒரு சிறப்பிடத்தைப் பெறுகின்றன என வரலாற்று ஆசிரியர்கள் குறிப்பிட்டுள்ளார்கள். 17ஆம் நூற்றுண்டிற்கு முன்னர் வாழ்ந்த அறிஞர்கள் பெரும்பாலும் தத்துவங்களையும், மதக்கருத்துகளையும், அறிவியல் கருத்துகளையும், மூடநம்பிக்கைக் கதைகளையும், ஒன்றுக்கொன்று பிரித்துணர முடியாமல் திணறினுர்கள். அவற்றில் எது உண்மை, எது பொய் என்று பிரித்துணர அக்கால மக்களினுல் முடியவில்லை. ஆனுல், 17ஆம் நூற்றுண்டிலிருந்து அக் காலத்திலிருந்த பல கருத்துகளையும் கோட்பாடுகொள்கைகளையும் சோதனை செய்து பார்க்க வேண்டும் என்ற உணர்வு மேலோங்கி இருந்தது.

17ஆம் நூற்றுண்டின் ஆரம்பத்தில் தொலைநோக்கி (telescopel) கண்டுபிடிக்கப்பட்டதால், கலிலியோ (Galilieo) போன்றோரால் வானநூல்பற்றிய ஆராய்ச்சி நடைபெற்றது. ஹார்வி (Harvey) என்பவருடைய இரத்த ஓட்டம்பற்றிய கண்டுபிடிப்பும், பொரெல்லியின் (Borelli) உயிர் இயங்கு முறை விளக்கமும் அறிவியல் முன்னேற்றத்திற்குத் தூண்டுகோல்களாக அமைந்தன.

இக் காலத்தில் அறிவியல் கழகங்களும், குழுக்களும் ஏற்பட்டதனுல், அக் குழு உறுப்புகள் நடாத்திய விவாத அரங்குகளினுல் ஆய்வுக்கருத்துகள் பரிசீலனை செய்யப்பட்டு, அவை அறிவுக்கருத்துகளுக்குத் தூண்டுதலாக இருந்தன. பிரெஞ்சு நாட்டில் 'அகாடிமியா டிய் லின்ஸிப்' (Academia dei Lincei) என்ற அறிவியற் குழுவினை டியூக் ஃபெரிடிகோ செசி (Duke Feredigo Cesi) என்பவர் ஆரம்பித்தார். 'அகாடமி டெல் சிமின்டோ' (Academy del Cimento) என்ற அறிவியற்குழுவினை மெடிசி சகோதரர்கள் (Medici)

ஆரம்பித்தனர். இலண்டனின் இராயல் சொசைட்டி (The Royal Society of London) என்ற அறிவியற்குழு 1662ஆம் ஆண்டு துவக்கப்பட்டது. பிரெஞ்சு நாட்டில் 'அகடமி டெஸ் சயின்ஸஸ்' (Academie des Sciences) என்ற அறிவியற்குழு 14வது லூயி (Louis XIV) மன்னரது பேராதரவினால் ஆரம்பிக்கப்பட்டது. ஜெர்மானிய நாட்டில் லெப்னிட்ஸ் (Leibnitz) என்பவரால் மற்றுமோர் அறிவியல் கழகம் ஆரம்பிக்கப்பட்டது.

இயற்கைத் தத்துவத்தில் மீண்டும் கவனம் செல்லல்
(A Revival of Interest in Natural Philosophy)

ஜோக்கிம் யங் (Jochim Jung, 1587-1657) : இவர் ஜெர்மன் நாட்டில் லூபெக் (Lubeck) என்னுமிடத்தில் பிறந்தவர். இவர் தாவரவியலில் தமது கவனத்தைச் செலுத்திப் பல கருத்துகளை வெளியிட்டார். இவரது கருத்துகளாவன :

'தாவரத்தின் மிக முக்கியமான பகுதி இலைகள். ஆகவே, தாவரங்களைப்பற்றிச் செய்யப்படும் வகைபாடுகள் இலைகளின் பண்புகளை அடிப்படையாகக்கொண்டு செய்யப்பட வேண்டும். தாவரங்களின் பொதுவான உறுப்புகளை ஆயும்பொழுது, அவற்றில் வேர்களும் தண்டுகளும் முக்கியமான உறுப்புகள் உள்ளமைப்பில் எவ்விதமான வேறுபாடுகளைக்கொண்டிருந்தாலும், வெளி அமைப்பில் அவை ஒரே மாதிரியான தோற்றத்தைக்கொண்டிருந்தால், அவற்றை ஒரே மாதிரியான பெயரிட்டுத்தான் அழைக்க வேண்டும். முழுமையான பூ என்பது பூவிலைகள் (floral leaves-folium), தூசி இலைகள் (dust leaves-stamina), சூலகத்தண்டு (style-stilus) ஆகியவற்றைக்கொண்டது. இரு பக்கச் சமச்சீருடைய (dosiventral symmatry) சால்வியா (salvia) போன்ற பூக்களுக்கும் ஆரச் சமச்சீருடைய (radial symmatry) ரோஜா போன்ற பூக்களுக்கும் உள்ள வேற்றுமையை அறிந்திருந்தார். இவர் புற அமைப்பியலை, வகைபாட்டியலிலிருந்து தனித்து ஆராய்ந்த அறிஞர்களில் முதல்வராவர். இவர் இத்தாலி நாட்டின் உலர்தாவரங்களின் பயனை அறிந்திருந்தபோதிலும் தாவரப்பதனம் என்ற தனித்ததோர் அமைப்பினை இவர் உருவாக்கவில்லை.

இவருக்கு முன்னர் வாழ்ந்த சீசல்பினோ என்பவர் தாவரங்களை மரங்கள், புதர்ச்செடிகள், செடிகள் என்று வகைபாடு செய்திருந்தார். ஆனால், தாவர வகைபாட்டிற்கு இலைகளின் பண்புகளே அடிப்படையாக அமைய வேண்டும் என்று இவர் கருதினார். இவரது கொள்கைகள் பரிசோதனைகளின்மூலம் ஆராய்ந்து

அறியப்பட்டவை அல்ல. எனினும், அரிஸ்டாட்டில், தியோஃபிராஸ்டஸ் காலத்திற்குப் பிறகு இவரது கருத்துகள் மக்களால் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டன. இவர் உயிரினங்களைப்பற்றிக்கொண்டிருந்த கருத்துகளும் விளக்கங்களுமே இதற்குக் காரணங்களாகும்.

தாவரங்களின் செயலியல்களை அடிப்படையாகக்கொண்டு இவர் கீழ்க்காணும் முடிவுகளைக் கொண்டார்:

1. தாவரங்களுக்குப் புத்திக்கூர்மையான ஆத்மா (intelligent soul) கிடையாது. இதனால் அவை தீங்கிழைக்கும் ஊட்டப் பொருள்களைப் பயன்தரும் ஊட்டப்பொருள்களிலிருந்து பிரித்து உறிஞ்சிக்கொள்ளும் ஆற்றலைப் பெறவில்லை.

2 வேரின் வாய் எல்லாச் சாறுகளையும் உட்கொள்ளுவதில்லை. சில தாவரங்களில் வேரில் உள்ள நுண்துளைகள் அடைக்கப்பட்டு, அதனால் சில பொருள்கள் உட்புக முடிவதில்லை,

3. தாவரங்களிலும் மற்ற விலங்குகளைப் போல் எச்சங்கள் (excretions) உள்ளன, இவற்றைத் தாவரங்கள் தம் உறுப்புகளான இலைகள், பூக்கள், கனிகளின் மூலமாக நீர்மங்களாகவும் (fluids), ரெசின்களாகவும் வெளியேற்றுகின்றன.

இவர் எந்த விதமான நூலினையும் எழுதவில்லை. எனினும், இவரது மறைவிற்குப் பிறகு இவரது மாணவர்கள் 'டாக்ஸாஸ்கோபியே ஃபிஸிகே மைனரிஸ்' (Doxoscopiae Physicae Minores, 1662) என்ற நூலினையும், 'ஐஸோகாஜி ஃபைடோஸ்கோபியே' (Isogoge Phytoscopiae, 1678) என்ற நூலினையும் வெளியிட்டார்கள். இவ்விரு நூல்களிலும் இவரது கருத்துகள் இடம் பெறுகின்றன.

17ஆம் நூற்றாண்டில் வகைபாட்டியல்: இந் நூற்றாண்டில் தலைசிறந்த வகைபாட்டியலறிஞர்களான ஜோசப் பிட்டன் டி டோர்னஃபோர்ட் (Joseph Pitton De Tournefort, 1656 - 1708), ராபர்ட் மாரிசன் (Rabert Morision, 1620 - 1683), ஜான் ரே (John Ray. 1628 - 1705) முதலியவர்கள் தங்களுக்குத் தோன்றிய விதத்தில் சிறந்த வகைபாட்டியல்களை உருவாக்கினார்கள்.

18ஆம் நூற்றாண்டில் வகைபாட்டியல்: 17ஆம் நூற்றாண்டின் மத்தியில் ஏராளமான புதிய தாவரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அவற்றின் பெயர்களும் இன்னவையெனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. தாவரங்களின் எண்ணிக்கை மிக அதிகமான அளவில் பெருகியதால், எந்த வகைபாட்டியலின் அடிப்படையில் ஒழுங்கு

செய்வது என்பது குழப்பமாகவே இருந்தது. தியோஃபிராஸ்டஸ் வகைபாட்டியலின்படி தாவரங்கள் அவற்றின் வளர் இயல்பு களான மரங்கள், புதர்ச்செடிகள், செடிகள் என்று பாகுபாடு செய்யப்பட்டன. காலப்போக்கில் தாவரங்களை வகைபாடு செய்வதற்கு இன்னும் சிறந்த அடிப்படைகள் உண்டா என்று அறிஞர்கள் ஆராய்ந்தவண்ணம் இருந்தார்கள். காஸ்பாரி பாஹின் பேரினம், இனம் என்ற இரு பெயர்களைத் தாவரங் களுக்குச் சூட்டினார். விதை, கரு முதலிய பண்புகளை ஆதாரமாகக் கொண்டு தாவரங்களைப் பல வகுப்புகளாகப் பிரித்தார்கள்.

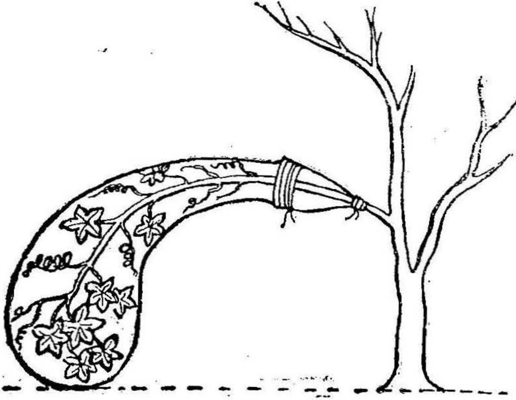
18ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த மிகச் சிறந்த வகைபாட்டி யலறிஞர்களாகக் கரோலஸ் லின்னயிஸ் (Carolus Linnaeus, 1707-1778), பெர்னார்டு டி ஜுஸ்ஸு (Bernard de Jussieu, 1699 - 1777), பெர் காம் (Pehr Kalm, 1716 - 1779), மைக்கேல் ஆடன்சன் (Michel Adanson, 1727 - 1806) முதலியவர்கள் கருதப்படுகின்றனர். இவர்களது வகைபாட்டியலின் விளக்கம் வேறோர் அத்தியாயத் தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

17, 18ஆம் நூற்றாண்டுகளில் செயலியல் (Physiology in 17th Century) : 16ஆம் நூற்றாண்டில் உயிரியல் உலகில் மிகச் சிறந்த கண்டுபிடிப்பு என்பது கி.பி. 1628ஆம் ஆண்டில் ஹார்வி என் பவர் இரத்த ஓட்டத்தைக் கண்டுபிடித்தது ஆகும். இஃது அறி வியலறிஞர்களிடையே ஒரு பரபரப்பினை உண்டாக்குகிறது. இவரது கண்டுபிடிப்பிற்கு ஆதரவாகவும் எதிர்ப்பாகவும் பல வெளியீடுகள் வெளியிடப்பட்டன. ஜோகிம் யங் என்பவர் வேர்கள் குறிப்பிட்ட சில பொருள்களைத்தான் உட்புக விடுகின்றன என்று கூறினார். ஆனால், இவர் கூறிய கருத்தைச் சரியாக மற்றவர்களுக்கு விளக்க இயலவில்லை. இதற்கான சோதனைச் சான்றுகளை (experimental evidence) இவர் செய்யாததே இதற்குக் காரணம். மால் பிஜி (Malpighi), குரு (Grew) என்பவர்கள் தாவர உறுப்புக்களின் உள்ளமைப்பியலைப்பற்றிக் கண்டுபிடித்தது சாறு ஏற்றத்தினைப் பற்றி (ascent of sap) விவாதிக்க இடமளித்தது.

17ஆம் நூற்றாண்டில் பல அறிஞர்கள் சாறேற்றம் பற்றி (ascent of sap) ஆராய்ச்சிகள் செய்து பல கருத்துகளைத் தெரிவித்தனர். இவர்களுள் ஜே.பி. வான் ஹெல்மான்ட் (J.B. Van Helmont, 1577-1644), எட்மி மேரியோட் (Edme Mariotte, 1620-1684) முதலிய வர்கள் சிறந்தவர்கள்.

18ஆம் நூற்றாண்டில் வேரின் செயல்கள், ஒளிச்சேர்க்கை (photosynthesis), ஆவிப்போக்கு (transpiration) முதலான

செயலியல் தன்மைகளைப்பற்றி ஸ்டீஃபன் ஹேல்ஸ் (Stephen Hales, *1677-1761*), சார்லஸ் பொன்னெட் (Charles Bonnet, *1720-1793*) ஜோசஃப் பிரீஸ்ட்லி (Joseph Priestley, *1733-1804*) முதலிய



படம் 12. தாவரங்களில் நடைபெறும் ஆவிப்போக்கினை நிரூபிக்க ஹேல்ஸ் செய்த பரிசோதனை

அறிஞர்கள் ஆய்ந்து, தம் ஆய்வுக் கருத்துகளை வெளியிட்டனர். இவற்றைப் பற்றிய விரிவு செயலியல் என்னும் தலைப்பில் விரிவாகக் கூறப்பட்டுள்ளது. ஹேல்ஸ் செய்த ஆவிப்போக்குச் சோதனை படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

18ஆம் நூற்றாண்டில் தாவரச் செயலியல் முக்கியத்துவம் பெற ஆரம்பித்தது. வெறும் கோட்பாடுகளையும், அனுமானங்களையுமே தெரிவித்துக்கொண்டு வந்த அறிஞர்கள், பரிசோதனைகள் செய்து உண்மைகளை உறுதிப்படுத்த வேண்டும் என்ற கொள்கையைக் கொண்டிருந்தார்கள். இந் நூற்றாண்டின் இறுதியில் நியூடனின் (Sir Isaac Newton) பிரசித்தி பெற்ற கொள்கைகளும், வேதியியலும் (Chemistry) சிறந்து விளங்க ஆரம்பித்தன.

9. பூந்தோட்டங்கள் (Gardens)

மனிதனின் ஈடுபாடு : பூந்தோட்டங்கள் என்பவை, சிறிய அளவிலான நிலத்தில் தேவையான தாவரங்களைப் பேணி வளர்க்கும் இடங்களாகும். மனிதன் தனக்கென ஒரு வாழ்விடத்தை உண்டாக்கிக்கொண்டபொழுது, தனக்குப் பயன் தரக்கூடிய தாவரங்களைத் தான் வாழும் வாழ்விடத்தினருகே உள்ள சிறிய நிலப்பகுதியில் பயிரிட்டுக்கொண்டான். பின்னர் நாளடைவில் நாகரிகம் வளர, வளர அவனது வாழ்விடம் வசதியிலும் உட்புறத் தோற்றத்திலும் பல மாறுதல்களைப் பெற்றது. ஆனால், தாவரங்களைப் பேணி வளர்க்க வேண்டும் என்று அவனது அவா மாறவில்லை; மறையவில்லை; மாறாக வளர்ந்தது ; சிறந்தது; பல சீர் திருத்தங்களையும் பெற்றது. நாகரிகம் பெற்ற மனிதன், தன் அறிவாற்றலால் தனக்குத் தேவையான எல்லாப் பொருள்களையும் அடைந்த பொழுதும், அவன் நிம்மதியும் சமாதானமும் அடையவில்லை. காரணம், அவனுள்ளே மாய்ந்து மருகிக் காய்ந்து கொண்டிருக்கும் 'ஆக்கும் ஆற்றல்' (creative force) அவன் இதயத்தினுள்ளே கொழுந்து விட்டு எரிந்துகொண்டே இருக்கிறது. அவ்விதமான ஆக்கும் ஆற்றலுக்கு, உணர்ச்சிகளுக்கு உருவம் கொடுக்கும் வகையிலேயே, அவன் தாவர விலங்குகளைப் பேணி வளர்க்கிறான்.

ஒரு விதை முதன்முதலில் நிலத்தைப் பிளந்து வெளியே வரும் போது, முளைத்து முதல் இலைகளைக் காணும்போது, அது வளர்ந்து மொட்டுகள் விடும்போது, முதல் மொட்டு இதழ் விரித்து மலராகச் சிரிக்கும்போது அவன் அடையும் ஆனந்தத்திற்கு அளவேயில்லை. அப்பொழுதெல்லாம் அவன் உள்ளத்தில் கொழுந்து விட்டெரிந்து கொண்டிருக்கும் ஆக்கும் ஆற்றல் உணர்வுகள் பொங்கிப் பூரிப் பெய்துகின்றன. அதனால் அவற்றின் தாகம் தணிகிறது. அவன் வளர்க்கும் தாவரத்தினோடு அவனது உணர்வுகளும் வளர்கின்றன. அதன் வளர்ச்சியில் அவனது மலர்ச்சி உள்ளது. சுருங்கக்

கூறின், தாவரங்களின் வளர்ச்சியில் அவனது வாழ்வின் இன்பமே அடங்கியுள்ளது என எண்ணுகிறுன். பொதுவாக, அந் தாவரத்தின் ஒவ்வொரு புது முயற்சியிலும் வளர்ச்சியிலும் அவன் உளமாறப் பங்கு கொள்ளுகிறுன். இதனுல் அவனது அழகுக்கலை அனுபவிப்பு, ஆற்றல் (aesthetic sense) பல மடங்கு பெருகுகின்றன. நாடாள்பவனுக்கும் நாம் அன்ருடம் காணும் சாதாரண மனிதனுக்கும் இவ்வழகுக் கலை ஆர்வம் ஒரே மாதிரி யானதுதான். இதில் உயர்ந்தோர், தாழ்ந்தோர், படித்தவர், பாமரர், செல்வர், வறியர் என்ற மனிதன் வகுத்த வேறுபாடு களெல்லாம் கிடையா. எனவே, மனிதனின் அழகுக்கலை அனுப விப்பு உணர்வினுல், தாவரங்களைப் பேணி வளர்க்க வேண்டும் என்ற எண்ணம் இடையருது தொடர்ந்து இழையோடிக் கொண்டே இருக்கிறது. காலங்கள்தோறும், நாடுகள்தோறும் பூந் தோட்டங்களின் அமைப்பும் முன்னேற்றமும் தாவரவியல் அறி விற்குப் பெரிதும் உதவி வந்தன.

உரோமானியத் தோட்டங்கள் : அகஸ்டஸ் (Augustus) பேரரசன் காலத்தில் ஒவ்வோர் உரோமானியரின் வீட்டைச் சுற்றிலும் அழகான தோட்டம் அமைந்திருந்தது. காலப்போக்கில் இத் தோட்டங்களின் அளவு அதிகரித்தது. வரலாற்று ஆசிரியர் பிளினி மருந்துக்குப் பயன்படுத்தும் மூலிகைகளை வளர்க்கும் தோட்டங்களில் நாட்டங்கொண்டிருந்தார். அக் காலத்திய வழக்கப்படி, ஒவ்வோர் அடிமைப் பெண்ணிற்கும் உள்ள கடமை களில் தோட்டத்தைப் பேணுதலும் ஒரு கடமையாக இருந்தது. மக்களின் பசிப்பிணியைப் போக்கும் உணவுப் பயிர்களைப் பயிர் செய்வதிலும், உடற்பிணி போக்கும் மருந்துச்செடிகள் பயிராக்கு வதிலும், பிளினி தம் கருத்தைச் செலுத்திஞர். மிகப் பழங் காலந்தொட்டுச் சில தாவரங்களுக்கு மனிதனின் அறிவுக் கெட்டாத அளவிற்கு மிகச்சிறந்த பண்புகள் இருப்பதாக மக்கள் எண்ணி வந்தார்கள்; இத்தகைய சில தாவரங்களையும் பூந் தோட்டங்களில் பயிரிட்டு வந்தார்கள்.

உரோமானியர்கள் தங்கள் நாட்டில் உள்ள பயிர்களை அபிவிருத்தி செய்ததோடு, மற்ற நாடுகளிலிருந்தும் பல தாவரங் களைக் கொணர்ந்து தங்கள் நாட்டில் பயிரிட்டுக்கொண்டனர். உதாரணமாக, கிரேக்க, அபிஸீனிய நாடுகளிலிருந்து ஆப்பிள், பேரிக்காய், பிளம் முதலிய கனிதரும் மரங்களையும், பாரசீக நாட்டிலிருந்து பீச் மரத்தையும், சிரியா நாட்டிலிருந்து அத்தி, ஆலிவ், பாதாம் மரங்களையும் தருவித்துத் தம் நாட்டில் பயிரிட்டுப் பலனடைந்தனர்; மற்றும் நாளடைவில் இங்ஙனம் பயிரிட்ட

தாவரங்களைத் தம் முயற்சியினால் அபிவிருத்தி செய்துகொண்டனர். உதாரணமாக, ஆப்பிளில் 22 வகைகளையும், செர்ரியில் 8 வகைகளையும்பற்றிப் பிளினி தம் குறிப்புகளில் சொல்லுகிறார். கி.மு. 3ஆம் நூற்றாண்டில் ஆப்பிள் இங்கிலாந்து நாட்டிற்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டுப் பயிரிடப்பட்டது என்று அறிகிறோம்.

வட ஐரோப்பியத் தோட்டங்கள் (North European Gardens): ஐரோப்பாவின் இருட்காலம் (Dark age) என்று சொல்லப்பட்ட காலத்தில் புதிய கனி மரங்களையும், காய்கறித் தாவரங்களையும், நாடுகள் பலவற்றிற்கும் பரவச் செய்ய வேண்டும், பலனடைய வேண்டும் என்ற அவா மக்களிடையே மங்கியிருந்தது.

சார்ல்மேன் (Charlemagne) என்பவர் காலத்திலிருந்து பூந் தோட்டங்கள் மடாலயங்களிலும் (monastries), தேவாலயங்களிலும் (churches) சொத்துகளாகக் கருதப்பட்டுப் பேணிப் பாதுகாக்கப்பட்டு வந்தன. இவற்றில் வாழுவோரின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும்போது அவர்கள் எல்லோருக்கும் உணவு கொடுக்கும் பொருட்டும், எல்லோருக்கும் வேலை கொடுப்பதற்காகவும் தோட்டங்களை உண்டாக்கி, அவற்றில் உணவுப் பயிர்களையும், காய்கறிகளையும், பூத்தாவரங்களையும் வளர்த்து வந்தனர்.

இத்தாலி நாட்டில் இருந்த பெரியதாக உள்ள தலைமைத் தேவாலயத்திலிருந்து (mother church) பயிற்சிபெற்று வெளியேறும் பாதிரிமார்கள் தம் நினைவுச் சின்னமாகத் தாவரங்களைத் தாம் பணியாற்றச் செல்லும் இடங்களுக்கு எடுத்துச் சென்று பயிரிட்டனர். பேரரசுகள் போர்களினால் அழிந்தபோதும், மாடமாளிகைகள், கோபுரங்கள், மதில்கள், மண்ணோடு மண்ணாக அழிந்தபோதிலும், போரிடும் வீரர்கள் தேவாலயங்களை அழிக்காமல் விட்டனர். இது தாவரவியல் செய்த புண்ணியம் போலும்! இதனால் அங்கிருந்த தாவரங்கள் காப்பாற்றப்பட்டன. இவ்விதம் தேவாலயங்களில் காப்பாற்றப்பட்ட தாவரங்களுள் ஸ்பைனாஸ் (Spinach), நல்ல ஹென்றி (Good Henry) என்று சொல்லப்படும் கீனோபோடியம் போனஸ் ஹென்ரிகஸ் (chenopodium bonus henricus) என்ற கீரைவகைகளும் பாதுகாக்கப்பட்டன.

பாரிஸ் (Bauriss) என்பவர், செயின்ட் கால் (St. Gall) என்ற மடாலயத்தில் கி.பி. 820 ஆம் ஆண்டில் கண்ட தாவரங்களைப் பற்றிக்கூறுகிறார். இத் தோட்டத்தில் உணவுப் பொருள்களுக்காகப் பயன்படுத்தும் பல தாவரங்களையும், மருந்து மூலிகைகளையும், மலர்த் தாவரங்களையும் பயிரிட்டு வந்ததாக பாரிஸ் கூறுகிறார்.

இத்தாலியப் பூந்தோட்டக் கலை ஆல்ப்ஸ் மலைத்தொடரைக் (Alps range of mountains) கடந்ததும், வட ஐரோப்பிய நாடுகளிலே தோட்டக் கலையில் ஒரு புதிய உற்சாகத்தை உண்டு பண்ணிற்று. மறுமலர்ச்சிக் காலத்தில் மற்ற அறிவியல்கள் முன்னேற்றம் அடைந்ததைப் போலவே, தோட்டக் கலையும் முன்னேற ஆரம்பித்தது. 16ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த மூலிகைவாதிகள், தாவரங்கள் பலவற்றின் பயிரிடும் முறைகளைப்பற்றி அறிந்திருந்தார்கள். எனினும், கி.பி. 1600ஆம் ஆண்டிற்கு முன்னர்த் தோட்டகங்களில் பயிரிடுவதற்கேற்ற தாவரங்களின் எண்ணிக்கை மிகவும் குறைவாகவே இருந்தது.

வட ஐரோப்பியத் தோட்டங்கள் உரோமானியத் தோட்டங்களைப்போல் நீரூற்றுகள், மேடுகள், பள்ளங்களோடு காணப்பட்டன. தோட்டங்களைச் சுற்றிலும் வேலியாகச் சுவர்களோ, தாவரங்களோ அமைக்கப்பட்டன. தனிப்பட்டவர்களது செல்வச் செழுமைக்குத் தகுந்தவாறு ஒவ்வொருவரும் அவரவருடைய வீட்டைச் சுற்றிலும் தோட்டங்களை அமைத்துக்கொண்டனர்.

பல்கலைக்கழகங்கள் ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு தாவரவியல் தோட்டம் அமைந்திருந்தது. இத்தகைய தாவரவியல் தோட்டங்கள் 1532ஆம் ஆண்டில் பாதுவாவிலும் (Padua) 1547 ஆம் ஆண்டு போலோனாவிலும் (Bologna), 1560ஆம் ஆண்டில் ஜூரிச்சிலும் (Zurich), 1570 ஆம் ஆண்டில் பாரிஸிலும் (Paris), 1542ஆம் ஆண்டில் லைப்ஸிக்கிலும் (Leipzig), 1621ஆம் ஆண்டில் ஆக்ஸ்ஃபோர்டிலும் (Oxford) அறிஞர்களது முயற்சியினாலும் அரசு ஆதரவினாலும் ஏற்பட்டன. இத் தோட்டங்கள் இருந்த நாடுகளிலும், இடங்களிலும் மற்றும் பல தோட்டங்கள் அமைக்கப் பட்டன. லீடன் (Leiden) நகரிலிருந்த பல்கலைக்கழகத் தாவரவியல் தோட்டத்தில் குளூஸியஸின் (Clusius) முயற்சியினால் பல புதிய தாவரங்களைப் பண்டமாற்று முறையிலும், புது நிலத்தில் தாவரங்கள் தேடிக் கண்டுபிடிப்பவர்களிடமிருந்தும் (explorers) கொண்டு வரப்பட்டுப் பயிரிடப்பட்டன.

தாவரவியல் தோட்டங்கள் தாவரவியல் அறிவிற்குப் பெரிதும் பயன்பட்டன. பல நாடுகளிலிருந்தும் கொணர்ந்த தாவரங்களை ஒரே இடத்தில் பயிரிடப்பட்டதனால், தாவரங்களைப்பற்றி அறிய விரும்புபவர்களுக்கும், தாவரங்களைப்பற்றி ஆராய்ச்சி செய்ய வேண்டும் என்பவர்களுக்கு வசதியாகவும் வாய்ப்பாகவும் அமைந்தது. இத் தோட்டங்களில் பயிரிட்ட தாவரங்களின் சூழ்நிலை,

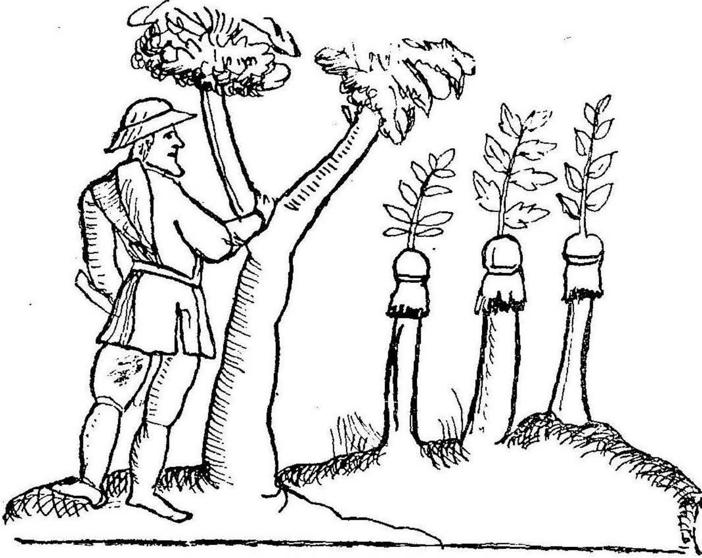
தேவைகள், வளர்ப்பு முறைகள், வளர்காலம், பூ உண்டாகும் காலம் முதலியவை ஆராயப்பட்டன.

மறுமலர்ச்சிக் காலத்திற்குப் பிறகு ஏற்பட்ட ஐரோப்பியத் தோட்டங்கள் (Post Renissance Developments in EuropeanGardens): மறுமலர்ச்சிக் காலத்திற்குப் பிறகு மக்களுக்குத் தாவரங்களின் மீதும் தோட்டங்களின்மீதும் அதிகமான ஈடுபாடு ஏற்பட்டது. இக் காலத்தில் தக்காளியும் புகையிலையும் மற்றத் தோட்டத் தாவரங்களுடன் அழகுத் தாவரங்களாகப் (ornamental plants) பயிரிடப்பட்டு வந்தன.

ஜான் பார்கின்சன் (John Parkinson) என்பவர் 1629ஆம் ஆண்டில் ஒரு மூலிகை நூலை எழுதினர்; இந் நூலில் முதன் முதலில் டியூலிப் (tulip) பூக்கள் ஹாலந்து நாட்டிலிருந்து இங்கிலாந்திற்கு இரண்டாம் ஃபிலிப் (Philip II) மன்னரது காலத்தில் கொண்டுவரப் பட்டது எனக் கருதுகிருர். இக் காலத்தில் வயலெட்டுகள் (Violets), கொலம்பைன்கள் (columbines), பிரிம்ரோசஸ் (primroses), கவ்ஸ் லிப்ஸ் (cowslips) என்ற தாவரங்கள் இங்கிலாந்திற்குக் கொண்டு வந்து பயிராக்கப்பட்டன. இவர் தெரிந்தோ தெரியாமலோ தாவரங்களின் தக அமைவு, வளர்ச்சி, வளர்வடங்கிய நிலை (dormancy) ஆகியவற்றைப்பற்றிக் கூறுகிருர். தாவரங்களைப்பற்றிப் பழங்காலத்தில் நிலவி வந்த மூடநம்பிக்கைகளைப்பற்றியும், கட்டுக் கதைகளைப்பற்றியும் பொய்யென இவர் நூலில் நிரூபித்துள்ளார். மருந்தாகப் பயன்படும் மூலிகைகளைப்பற்றி மட்டும் இவர் சிறப் பாகக் குறிப்பிடுகிருர்; பயன்படாத தாவரங்களில் பயன் இருப் பதாகக் கூறும் சூனியம் செய்கின்ற, மாயம், மந்திரம் செய்கின்ற பொய்க்கதைகளை நிராகரித்தார்.

அரசுக்கழகமும் (royal society), செல்ஸியா ஃபிஸிக் தோட்டமும் (chelsea physic garden) ஏற்படுவதற்குமுன், இங்கிலாந்திலும், ஸ்காட்லாந்திலும் (Scotland) தோட்டக்கலை ஒரு தேசியப் பொழுது போக்காக (national recreation) மாறியது. 17ஆம் நூற்றுண்டில் வாழ்ந்த எழுத்தாளர்கள், தோட்டக்கலையை மேற்கொள்ளுவதற் காக மருத்துவ, ஆன்மீக, ஒழுக்கம் சார்ந்த செயலறிவுள்ள பல காரணங்களை விளக்கிப்போந்தனர். இதிலிருந்து தோட்டக் கலை யில் அவர்களுக்கு இருந்த ஈடுபாடு விளங்குகிறது. தனிப்பட்ட மனிதர்கள் மேலே கூறிய ஏதாவதொரு காரணத்திற்காகத் தோட்டக்கலையில் ஈடுபாடுகொண்டார்கள். பி. கிரெஸென்டிஸ்

(P. Crescenties) எழுதிய நூலிலிருந்து ஒட்டுப்பயிரிடுதல் முறையைத் தெரிந்திருந்தார்கள் என அறிகிறோம்.



படம் 13. ஒட்டுமுறையில் பயிரிடுதல்
(பி. கிரெஸென்டிஸ் என்பவர் எழுதிய நூலிலிருந்து எடுத்த படம்)

துருக்கிய நாட்டிலிருந்து டியூலிப் பூ ஐரோப்பிய நாட்டிற்குப் பரவிற்று. ஐரோப்பாவில் இப் பூவைப்பற்றி மக்களிடையே மட்டுமீறிய ஆவலும் (mania), ஆர்வமும், ஆசையும் ஏற்பட்டன. 1559ஆம் ஆண்டில் ஜெஸ்னெர் ஆக்ஸ்பர்க் (Augsburg) என்னும் இடத்தில் டியூலிப் பூவைக் கண்டு, அதைப் படங்களுடன் விளக்கியுள்ளார். 1634ஆம் ஆண்டில் ஹாலந்து நாட்டில் இப் பூவினைப் பற்றிய மட்டுமீறிய ஆவல் உண்டாயிற்று. வரலாற்றுப் புதினங்கள் (historical novels) எழுதுவதில் தன்னேரில்லாதவராக விளங்கும் அலெக்ஸாண்டர் டுமாஸ் (Alexander Dumas) தம் புதினங்களில் மக்களிடையே டியூலிப் பூவினைப்பற்றி எழுந்த மட்டுமீறிய ஆர்வத்தைக் கேலி செய்யும் விதமாக, டியூலிப் பூவைப்பற்றி மக்களுக்கு ஏற்பட்ட பைத்தியத்தைக் கருதி, இப் பூவிற்குக் 'கறுப்பு டியூலிப்' (black tulip) என்று பெயரிட்டு அழைக்கிறார்.

1577ஆம் ஆண்டில் குளூஸியஸ் இங்கிலாந்து நாட்டில் முதன் முதலில் டியூலிப் பூவினைப் பயிரிடும்படி செய்தார். லா குயின்டினியி (La Quintinye) என்பவர் 1697ஆம் ஆண்டில் 416 வகையான

டியூலிப்களைப் பெயர்களுடன் விவரிக்கிருர். குளூஸியஸ் 'பிரேகிங்' என்ற வண்ண வேறுபாடுகளுடையது என்று வர்ணித்த டியூலிப் பூவின் வண்ண வேறுபாட்டிற்கு வைரஸ் நோய் காரணம் என்று இப்பொழுது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

16-வது நூற்ருண்டில் குளூஸியஸ், ஜேக்குய்ன் (Jacquin) ஆகியவர்களது முயற்சியிஞல் அயல்நாட்டைச் சேர்ந்த தாவரங்கள் இங்கிலாந்து நாட்டிற்குக் கொண்டு வரப்பட்டுப் பயிராக்கப் பட்டன. ஆஸ்திரியா (Austria) நாட்டைச் சேர்ந்த முதல் ஃபிரான்ஸிஸ் (Francis I) என்ற பேரரசர் புது வகையான தாவரங்களைப் புதிய நாடுகளில் தேடிக் கண்டுபிடிக்கும் பயணத்திற்கு ஏற்பாடு செய்து, பல நாடுகளிலும் உள்ள தாவரங்களையெல்லாம் ஷான்பிரன் (Schonbrunn) தோட்டத்தில் பயிரிட்டு வளர்க்கும்படி செய்தார். கி.பி. 1700ஆம் ஆண்டுவாக்கில் அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளிலிருந்து சுமார் 150 தாவரங்கள் ஐரோப்பாவிற்குக் கொண்டு வரப்பட்டுப் பயிரிடப்பட்டன.

18ஆம் நூற்ருண்டில் வாழ்ந்த தாவரவியலறிஞர்களின் கடிதங்களிலிருந்து, அமெரிக்க நாட்டிலிருந்து பல இடையூறுகளுக்கிடையே, எவ்வாறு பல தாவரங்கள் ஐரோப்பாவிற்குக் கொண்டுவரப்பட்டன என்பதை அறிகிருேம். இவ்வாறு இடர்களுக்கும், இன்னல்களுக்கு இடையேயும் கொண்டுவரப்பட்ட பல தாவரங்கள் சூருவளியினுலும், போர்களினுலும், கொள்ளையராலும் அழிக்கப்பட்டன என்று அலெக்ஸாண்டர் கார்டன் (Alexander Garden) என்பவர் ஜான் எல்லிஸ் (John Ellis) என்பவருக்கு 6-7-1757-ல் எழுதிய கடிதத்திலிருந்து அறியலாம்.

18ஆம் நூற்ருண்டில் இங்கிலாந்து, பிரான்சு நாடுகளின் பூந்தோட்டங்களுக்குக் காட்டு மரங்கள் கொண்டு வந்து பயிரிடப்பட்டன என்பதை மார்க் கேடெஸ்பி (Mark Catesby) என்பவர் எழுதிய நூலிலிருந்தும், டுஹமல் (Duhamel, 1758) என்பவர் எழுதிய நூலிலிருந்தும் அறிகிருேம். மாக்னேலியா கிராண்டிஃபுளோரா (Magnolia grandiflora) மரம் 1739ஆம் ஆண்டில் இங்கிலாந்தில் எவ்வாறு பயிரிடப்பட்டது என்பதை ஃபிலிப் மில்லர் (Phillip Miller) என்பவர் விளக்குகிருர். இங்கிலாந்து நாட்டிற்கு மற்ற நாடுகளிலிருந்து எவ்வாறு தாவரங்கள் கொண்டு வந்து பயிராக்கப்பட்டன என்பதை எவெலென் (Evelyn), டிராடெஸ்கான்ட் (Tradescant) என்ற அறிஞர்கள் விளக்குகிஞர்கள்.

ரிச்சர்ட் பிராட்லி (Richard Bradley) என்பவர் இங்கிலாந்து நாட்டில் உள்ள வீட்டுத் தோட்டங்கள், அவ்விதமான தோட்டங்களுக்குத் தாவரங்களை அனுப்பி வைக்கும் நாற்றுப் பண்ணைகள்

(nurseries) முதலியவை அமைந்துள்ள விதத்தைப் பாராட்டுகிறார். ஆம்ஸ்டர்டாமில் உள்ள பூந்தோட்டத்தையும், அதில் பயிரிடப் பட்டுள்ள பல வகையான வெளிநாட்டுத் தாவரங்களைப்பற்றியும், அந் நாளில் வாழ்ந்த காமெலின் (Commelin), ருய்ஷ் (Ruysch) போன்ற அறிவியலறிஞர்களைப்பற்றியும் கூறுகிறார்.

இங்கிலாந்து நாட்டில் கியூ (Kew) என்னுமிடத்தில் உள்ள அரசுத் தாவரவியல் பூங்கா (royal botanical garden) 1760ஆம் ஆண்டில் யதேச்சையாகத் துவக்கப்பட்டது. இப் பூந்தோட்டம் அந் நாளைய அரசியரால் ஆரம்பிக்கப்பட்டது. சர் ஜோசப் பேங்க்ஸ் (Sir Joseph Banks) என்பவர் இத் தோட்டத்தை அறிவியல் முறையில் அபிவிருத்தி செய்தார். இத் தோட்டத்தின் அபிவிருத்திக்காகப் பல அறிஞர்கள், பல நாடுகளுக்கும் தாவரங் களைச் சேகரம் செய்துகொண்டு வரும்படி அனுப்பப்பட்டனர். மூன்றும் ஜார்ஜ் (George III) மன்னரும், அரசியாரும் இத் தோட் டத்தின் அபிவிருத்திக்காக அரசின் ஆதரவை அளித்தனர். 1841ஆம் ஆண்டில் சர் வில்லியம் ஜேக்சன் ஹூக்கர் (Sir William Jackson Hooker) என்பவர் இத் தோட்டத்திற்கு இயக்குநராக நியமிக்கப்பட்டார். இவரது அரிய முயற்சியினால் இத் தோட்டம் அனைத்து நாடுகளுக்கும் ஓர் அறிவியல் ஆய்வுக்கூடமாக விளங்கு கிறது.

புதிய தாவரங்களைக் காணல்: இக் காலத்தில் உலகின் பல பகுதி களுக்கும் சென்று புதிய தாவரங்களைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும் என்ற அவா மக்களிடையே தோன்றியது. ஜான் டிராடெஸ்கான்ட் (John Tradescant) என்ற அறிஞர் 1618ஆம் ஆண்டில் அல்ஜீரியா (Algeria) போன்ற நாடுகளுக்குச் சென்று, புதிய தாவரங்களைத் தேடும் முயற்சியில் ஈடுபட்டார். அல்ஜீரியா நாட்டிலிருந்து ஆப்ரிகாட் (apricot) கனிமரம் இங்கிலாந்திற்குக் கொண்டு வரப் பட்டது. இவர் அரசுப் பூங்காவின் பொறுப்பாளராக நியமிக்கப் பட்டார். இவரது குமாரரான ஜான் (John) என்பவர் வெர்ஜீனியா (Virginia) முதலிய நாடுகளுக்குச் சென்று, அங்குள்ள தாவரங்களை இங்கிலாந்திற்குக் கொண்டு வந்து பயிரிடும்படி செய்தார். பார்கின் சனது (Parkinson) நண்பரான வில்லியம் போல் (William Boel) என்பவர் ஸ்பெயின், போர்ச்சுகல் முதலிய நாடுகளுக்குச் சென்று பல வகையான தாவரங்களையும், விதைகளையும் சேகரம் செய்து கொண்டு இங்கிலாந்திற்குத் திரும்பினார்.

இடர்களுக்கும், இன்னல்களுக்கும், இன்ன பிற உபாதைகளுக் கும் இடையே புதிய தாவரங்களைக் காண வேண்டும், சேகரிக்க வேண்டும் என்ற இடையறாத் தொடர்ந்த ஆராய்ச்சி அறிவு மேற்

கொண்டிருந்த அறிஞர்கள் எண்ணிறந்தவர்கள். அவர்களது பயணங்களிலும், பாதைகளிலும் பயங்கரமான காடுகளும், பள்ளத்தாக்குகளும், வனவிலங்குகளும், முரட்டு மனிதர்களும் இருந்தார்கள். இவற்றிற்கிடையே புதிய தாவரங்களைக் காண வேண்டும், சேகரம் செய்ய வேண்டும், அறிவியல் உலகத்திற்கு அவற்றை அறிமுகம் செய்ய வேண்டும் என்ற அவா அவர்களிடம் குன்றாமல் இருந்தது. இதனால் அவர்கள் தம் குறிக்கோளே, கொண்ட கருமமே கண்ணாக இருந்து, தம் பணிகளைச் செய்து வந்தார்கள். இத்தகைய அறிஞர்களுள் டேவிட் டக்ளஸ் (David Douglas) என்பவரும் ஒருவர். இத்தகைய அறிவுத்தாகம் கொண்டு தாவரங்களைச் சேகரம் செய்யும் முயற்சியில் ஹாவாய் (Hawaii) நாட்டில் இவரது வாழ்வு துயரம் நிறைந்ததாக முடிந்தது. நட்டால் (Nattal) என்பவர் தமது துப்பாக்கிக் குழலில் தாவரங்களின் விதைகளைச் சேகரம் செய்து பாதுகாத்துக் கொண்டு வந்தார். லின்னயஸின் தூண்டுதலின்பேரில் பார்ட்ஷ் (Bartsch) என்பவர், சூரிநாம் (Surinam) நாட்டிற்குச் சென்று தாவரங்களைச் சேகரம் செய்யும் முயற்சியில் உயிர் துறந்தார். ஃபாரெர் (Farrer) என்பவர் ஸ்டோன் மலைகளை (stone mountains) ஏறும் முயற்சியில் பல பிரைமுலா (Primula) இனங்களையும், ரோடோடெண்ட்ரான் (Rhododendron) என்ற புதிய தாவரத்தினையும் முதன்முதலாகக் கண்டுபிடித்தார். இவர் பிரைமுலாப் பேரினத்தின் பல இனங்களைத் தேடும் முயற்சியில் மேற்குப் பர்மாவில் (West Burma) துயர் தேக்கிடும் வகையில் உயிர் துறந்தார்.

லிலியேசீக் (Liliaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த லிலியம் (Lilium) பேரினத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்கள் கிழக்காசியாவின் மேற்கில் உள்ள ஆப்கானிஸ்தானத்திலும் (Afghanistan), தெற்கே இந்தியாவிலும், வடக்கே காம்ட்ஸ்ச்சட்காவிலும் (Kamtschatka), கிழக்கே பிலிப்பைன்ஸ் (Phillippines) நாடு வரையிலும் பரவியுள்ளன. இந்தியாவில் உள்ள உயரமான மலைகளில் இவை காணப்படுகின்றன. சீனாவில் (China) கடல் மட்டத்திற்குமேல் 13,000 அடி உயரத்திற்குமேல், இத்தகைய தாவரங்கள் காணப் படுகின்றன. ஜப்பான் (Japan), ஃபார்மோசா (Farmosa), கொரியா (Korea) போன்ற நாடுகளில் இத் தாவரங்கள் கடல் மட்டம் முதல் மலைமுகடு வரை காணப்படுகின்றன. சுமார் ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே 'புலி லில்லி' என்று சொல்லப்படும் லிலியம் டைக்ரினம் (Lilium tigrinum) என்ற செடி சீனாவில் அதன் பயன்தரு குமிழத்திற்காகப் பயிரிடப்பட்டு வருகிறது. இத்தகைய லில்லி சீன நாட்டில் லூஷன் (Lushan) மலையடிவாரத்தில் இயற்கையாகக் காணப்படுகின்றது. மத்திய கொரியாவில் இத் தாவரங்கள்

அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. முற்காலத்தில் லில்லி வகைத் தாவரங்கள் உணவிற்காகப் பயிரிடப்பட்டு வந்தன. தற்காலத்தில் அவை அழகிய பூக்களுக்காகப் பயிரிடப்பட்டு வருகின்றன.

லா குயுன்டினியி (La Quintinye) என்பவர், தாம் எழுதிய நூலில் சீனுவின் ரோஜாவைப் (Rose) பற்றி முதன்முதலில் குறிப்பிடுகிறார்; அதில் பல வகைகள் இருந்தன என்றும் கூறுகிறார்; ரோஜா புதர்ச்செடியாக (shrub) இருந்ததாகவும், சில வகைகள் மரம் போல வளர்ந்து காணப்பட்டதாகவும் கூறுகிறார்.

இப்பொழுது நம்மிடையே காணப்படும் ரோஜாவிற்கு மூதாதையராக உள்ளவை சீனுவைச் சேர்ந்த 3 இனங்கள் என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் சீன மாதாந்திர ரோஜா (China Monthly Rose) என்பது, ரோசா சைனென்சிஸ் (Rosa Chinensis) என்பதாகும். 17ஆம் நூற்றுண்டில் கிழக்கிந்தியக் கம்பெனியில் கேப்டனுக இருந்த ஒருவர் சீனுவிலிருந்து இந்த ரோஜா இனத்தை இந்தியாவிற்குக் கொண்டு வந்தார். இது 1781ஆம் ஆண்டில் வங்காள ரோஜா (Bengal Rose) என்ற பெயரில் இந்தியாவிலிருந்து ஹாலந்து நாட்டிற்கு அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. 1789ஆம் ஆண்டில் சர் ஜோசப் பேங்க்ஸ் (Sir Joseph Banks) என்பவர் இங்கிலாந்தில் இந்த ரோஜாவை அறிமுகப்படுத்தினுர். 1804ஆம் ஆண்டில் ரோசா மல்டிஃப்ளோரா வகை, கார்னியா (Rosa multiflora ver. cornea) என்ற படர்வகை ரோஜாவும் (Straggler), 1808ஆம் ஆண்டில் ரோசா ஓடோரேடா (Rosa odorata) என்ற தேயிலை மணம் வீசும் ரோஜாவும் சீனுவிலிருந்து இங்கிலாந்தில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டன. இம் மூன்று இனங்களிலிருந்து பல்கிப் பெருகியதுதான் இன்று இங்கிலாந்து நாட்டில் காணும் பல வகையான ரோஜாக்கள்.

ஹாலந்து நாட்டு மக்கள் தோட்டங்களின்மீதும், தோட்டக் கலையின்மீதும் அளவு கடந்த ஆர்வம் கொண்டிருந்தார்கள்! கீழ்த் திசை நாடுகளிலிருந்து பல புதிய தாவர வகைகளைக் கொண்டுவந்து பயிரிட்டதோடு மட்டுமின்றி, அவற்றை மற்றும் பல நாடுகளுக்கும் அறிமுகப்படுத்தினுர்கள். இதனுல் ஹாலந்து நாடு 'ஐரோப்பாவின் நாற்றுப்பண்ணை' (Nursery of the Europe) என்று பெயர் பெற்றது. ஹாலந்து நாட்டைச் சேர்ந்தவர்கள் இத்தாலி நாட்டிலிருந்து ஆரஞ்சு, எலுமிச்சை போன்ற கனிமரங்கள் பயிரிடும் முறைகளை அறிந்து ஏனைய நாடுகள் பலவற்றிற்கும் அவற்றின் நாற்றுகளை யும் பயிரிடும் முறைகளையும் பரப்பினுர்கள்.

புதிய இடங்களில் தாவரங்களைப் பயிரிடுதல் (Acclaimatization): தோட்டக் கலையின்மீது மக்களின் ஈடுபாடு அதிகம் ஆக ஆக,

மக்கள் தாவரங்களின் வாழ்க்கையை நுணுகி ஆராய்ந்தனர். இவ்வாறு முதலில் ஆராய்ந்த ஆராய்ச்சிகள் யாவும் மனிதனின் தேவைகளைக் குறிக்கோளாகக்கொண்டு அமைந்திருந்தன. இத் தகைய பயன் ஒன்றையே குறிக்கோளாகக்கொண்ட ஆய்வு களைக்கொண்டிருந்த அறிவியலறிஞர்கள், தாவரங்களின் வாழ்க்கை முறைகளையும் அவற்றின் எண்ணிலடங்காச் செயல்களையும் சுருக்கமாக, அவற்றின் வாழ்வின் இரகசியங்களையெல்லாம் அறிந்துகொள்ள வேண்டும் என்று ஆசைப்பட்டனர். இதனுல் மேன்மேலும் தாவரங்களைப்பற்றிய அறிவு மக்களிடையே பரவிற்று. இவ்வாராய்ச்சிகளின்மூலமாக ஒவ்வொரு தாவரத் திற்கும் ஒரு தகுந்த, ஏற்ற சூழ்நிலை உண்டு என்று அறியப்பட்டது. இதைப்பற்றிய துணை அறிவியல் 'சூழ்நிலையியல்' (Ecology) என்று அழைக்கப்பட்டது. தாவரங்களின் மகரந்தச்சேர்க்கையும், மற்றத் தாவரங்களின் உருவம், வளர் இயல்பு முதலானவை 'புற அமைப்பியல்' (morphology) என்று கூறப்பட்டது. தாவரங்களின் பல செயல்களையும் ஆராயும் துணையியல் 'செயலியல்' (plant physiology) என்று கூறப்பட்டது. தாவரங்களின் பாரம்பரி யத்தையும், வேறுபாடுகளையும்பற்றி ஆயும் ஆய்வுகள் 'மரபியல்' (genetics) என்ற துணையியலின்கீழ் வைக்கப்பட்டன. இப்படியாக, தாவரவியலின் பல துணையியல்களும் ஆராயப்பட்டுப் பல அறிவியல் வெளியீடுகளும் வெளியிடப்பட்டன. தாவரவியல் முன்னேற்றம் பல துறைகளிலும் சிறப்பாக நடந்தேறியது.

பிரான்சு நாட்டில் 13வது லூயி (Louis XIII) மன்னரது காலத்தில் மூலிகைகளைப் பயிராக்கும் அரசுப் பூங்கா ஒன்று கய் டி லா பிராஸ்ஸி (Guy de La Brosse) என்பவரது ஆலோசனை யினுல் ஏற்படுத்தப்பட்டது. இத் தோட்டத்தில் பிரெஞ்சு நாட்டுத் தாவரங்களுடன் பல வெளிநாட்டுத் தாவரங்களும் கொண்டு வந்து பயிராக்கப்பட்டன.

ஃபிலிப் மில்லெர் (Phillip Miller) என்பவர் 1769ஆம் ஆண்டில் இயற்கையாக வளரும் தாவரங்களைத் தோட்டங்களில் வளர்க்கும் முறைகள்பற்றி 'அரசுக் கழகத்தில்' (royal society) ஓர் ஆய்வுக் கட்டுரை வாசித்தார். இவர் தோட்டக் கலைகளின் அகராதி (Gardener's Dictionary, 1731) என்ற நூலை எழுதி வெளியிட்டார்; தோட்டங்களில் தாவரங்களை வளர்க்கும் முறைகள், விதைகளைச் சேகரித்தல், விதைகளை முளைக்க வைக்கும் முறைகள் முதலியவற் றைப்பற்றியும் விளக்குகிருர்.

வில்லியம் வாட்ஸ் (William Watts) என்பவர் வால்நட் (walnut), மாப்ள் (maple), செடார் (cedar) முதலிய தாவரங்களை வட

அமெரிக்காவிலிருந்தும், பிஸ்டாஷ் (pistach), லெபனுன் செடார் (cedar of Lebanan) முதலியவற்றைக் கிழக்கிந்திய நாடுகளிலிருந்தும் கொண்டு வரப்பட்டு, இலண்டனில் (London) பயிராக்கியதாகக் கூறுகிறுர்; இங்கிலாந்து நாட்டு மரங்களுடன் அயல்நாடுகளிலிருந்து கொண்டு வரும் மரங்களையும் பதியம் போட்டுப் புதிய மரங்களை வளர்க்கலாம் என்று கூறுகிறுர்.

19ஆம் நூற்றுண்டில் ஆஸ்திரியா நாட்டு மடாலயத்தில் வாழ்ந்த மெண்டல் (Mendel) என்ற பாதிரியார், தம் ஓய்வு நேரத்தில் மடாலயப் பூங்காவில் பட்டாணிக்கடலைச் செடிகளைப் பயிரிட்டு வந்தார்; அவற்றின் மரபியல் பண்புகள் எவ்வாறு பின் வரும் சந்ததிகளிலும் காணப்படுகின்றனவென்று பல சந்ததிச் செடிகளையும் வளர்த்து ஆய்ந்தார். இவ்விதம் ஆராய்ந்து கண்ட உண்மைகளே பிற்காலத்தில் வரலாற்றுப் புகழ் பெற்ற கண்டுபிடிப்புகள் என்று அறிஞர்கள் பலராலும் பாராட்டிப் புகழப் பெற்றதாக அமைந்தது. உயிரியல் அறிவியலில் இவரது கண்டு பிடிப்புகள் 'மரபியல்' (Genetics) என்ற அறிவியல் உதயமாக வழி வகுத்தது. எனவே, பூந்தோட்டங்கள் தாவர அறிவியலை வளர்ப்பதில் பெரும்பங்கினை வகுக்கின்றது என்பது தெளிவாகிறது.

10. வகைபாட்டியல் (Taxonomy)

முன்னுரை

அறிவியல் வரலாற்றில் உண்மைகள் பலவற்றைக் கண்டு பிடிக்க வேண்டும். சிதறிக்கிடக்கும் உண்மைகளை வகைப்படுத்திக் கோவையாக்கிச் சீர்திருத்தித் தரவேண்டும். அதே போலத் தாவர வியலின் வரலாற்றில் பற்பல தாவரங்களைப்பற்றிய கருத்துகள், வர்ணனைகள், உண்மைகள், கண்டுபிடிப்புகள் ஆகியவற்றை ஆதார மாகக்கொண்டு வகைகளாக, இனங்களாக, தொகுதிகளாக, பெரும் தொகுதிகளாகப் பிரித்தறிதல் வகைபாட்டியலாகும். வகைபாட்டியல் என்பது தாவரங்களுக்குப் பொதுவாக உள்ள தாயினும், ஈண்டு மலர்த்தாவரங்களின் வகைபாட்டியலை மட்டும் எடுத்துக்கொள்ளுவோம்.

நோக்கம் : வகைபாட்டியலில் தாவரங்களை இனம் கண்டு கொள்ளுவது, பெயரிடுவது, வகைபடுத்துவது என்ற மூன்று முக்கியமான நோக்கங்கள் உள்ளன.

புதிதாக ஒரு தாவரத்தை எடுத்து ஆயும்போது, அத் தாவரம் எந்தத் தாவரத் தொகுதியில் சேர்க்கப்பட வேண்டும், முன்பே தெரிந்த எத் தாவரத்துடன் நெருங்கிய உறவுள்ளது என்பதைத் தீர்மானிப்பது இனம் கண்டு கொள்ளுவது (identification) எனப் படும். முன்பு அறிந்த அறிவியல் கருத்துகளுக்கெல்லாம் புதிதாக இருந்தாலும், முன்பே தெரிந்த தாவர வகையில் அடங்காததாக இருந்தாலும் அதை இனமாகக் கருதுதல் வேண்டும். தாவரங் களை அடையாளம் கண்டுகொள்ளுவதில் பெயரிட வேண்டுமென் பது அவசியமில்லை.

ஒரு புதிய தாவரத்தை எடுத்தால், அதன் பண்புகளை ஆராய வேண்டும். அத் தாவரத்தையொத்த பண்புகளையுடைய தாவரங் களை நாம் முன்பே அறிந்திருப்போம். நாம் முன்பே அறிந்த

தாவரங்களுள் எத் தாவரத்துடன் நெருங்கிய உறவுடையது என்பதைத் தீர்மானம் செய்துகொள்ள வேண்டும்.

பெயரிடுவது (nomenclature) என்பது தெரிந்த தாவரத்திற்கு அதன் அமைப்பின்படி (nomenclatural system) சரியான பெயரிட வேண்டும். ஒரு தாவரத்தை அடையாளம் கண்டுகொண்டால், அதற்குரிய பெயர் வைக்க வேண்டும். தாவரங்களுக்குப் பெயரிடுதல் என்பது அனைத்து நாடுகளிலும் முக்கியத்துவம் பெற்றது. அனைத்து நாடுகள் தாவரப் பெயரீட்டு முறை விதிகளுக்கு (international rules of botanical nomenclature) இணங்கத் தாவரங்களுக்குப் பெயரிட வேண்டும். ஒரு தாவரத்திற்குப் பெயரிடும்போது அனுசரிக்க வேண்டிய முறைகளையும், ஒழுங்கையும் அனைத்து நாடுகளின் விதிகள் கட்டுப்படுத்தும்.

ஒரு தனித்தாவரத்தையோ, ஒரு தாவரத் தொகுதியினையோ குறிப்பிட்ட அமைப்பின்படியோ, முறையின்படியோ, வரிசையாகப் பெயரிட்டு அமைப்பிற்கிணங்க அமைப்பது வகைபாடு ஆகும். ஒவ்வோர் இனமும் (species) ஒரு பேரினத்திலும், ஒவ்வொரு பேரினமும் ஒரு குடும்பத்திலும், ஒவ்வொரு குடும்பமும் ஒரு பெருங்குடும்பத்திலும் (cohort), பின்னர் வரிசை (series) வகுப்புகளிலும் (class) செயல் முறையில் தாவரத் தொகுதியை ஒரு குறிப்பிட்ட திட்டத்தின்படி, தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட அமைப்பில் சேர்த்து விடுவது வகைபாடு செய்வது ஆகும்.

பரிணாமக் கொள்கை, இப்பொழுதுள்ள தாவரங்கள் முன்பு வாழ்ந்த தாவரங்களின் சந்ததிகள் என்று கூறுகிறது. இதன்படி முன்பு வாழ்ந்த தாவரங்களுக்கும் இப்பொழுதுள்ள தாவரங்களுக்கும் மரபியல் அடிப்படையிலான தொடர்புகள் உள்ளன. நவீன கால வகைபாட்டியல் தத்துவங்கள் இந்த உறவு முறையை ஒப்புக்கொண்டு, அந்தத் தத்துவங்களின் அடிப்படையில் உறவு முறையுள்ள தாவரத் தொகுதிகளை வகைபாட்டியலறிஞர்களது வேலை என்று எண்ணினார்கள். ஆனால், இன்று வகைபாட்டியல் தொகுதி ஒவ்வொன்றும் ஓர் உயிரியல் தொகுதியாக (biological entities) கருதப்படுகிறது. முன்பு அது அமைப்பியல் பண்புகளின் கலவையாகக் கருதப்பட்டது. இன்று இனவரலாற்றின் அடிப்படையில் அமைப்பியல் வேறுபாடுகளும், சூழ்நிலை, வியாபகக் காரணிகளும், இவற்றின் விவரங்களின் தொகுப்புகளின் ஆய்வுகளுமே வகைபாட்டியலின் பிரச்சினைகளாக உள்ளன.

உலகின் பெரும்பகுதியில் உள்ள தாவரவளம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டபோதிலும், இன்னும் பல பிரதேசங்களில் செம்மையான

ஆய்வு தேவைப்படுகிறது. தாவர வளத்தினைக் கண்டு பிடித்த பின் அவற்றின் வியாபகத்தைப்பற்றி அறிந்துகொண்டு தாவரக் கூட்டத்தின் நகர்வு (migration) எவ்வாறு நடைபெற்றிருக்கக் கூடும் என்பதை ஆராய வேண்டியது அவசியம். தாவரங்களின் வியாபகத்தினால், இனம், பேரினம், குடும்பங்களின் புவியியல் பிரதேசங்களைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். இதன் மூலம் அவற்றிற் கிடையேயுள்ள மரபியல் உறவுமுறைகளைத் தீர்மானிக்கலாம். ஒரு தாவரத்தொகுதி குறிப்பிட்ட ஒரு பகுதியில் ஏன் அமைந்துள்ளது, எவ்வாறு அமைந்துள்ளது, எத்தனை காலம் அங்கு உள்ளது, எங்கிருந்து குடியேறியது, அவற்றில் எவ்விதமான பரிணாமப்போக்கு அமைந்துள்ளது என்ற விவரங்களைத் தாவரப் புவியியல் (phytogeography) ஆய்வுகளின்மூலம் அறிந்துகொள்ளலாம். சூழ்நிலையியல், மரபியல், வகைபாட்டியல்கள் சேர்ந்து ஆராய்ந்தெடுத்த முடிவுகள் மிகவும் பயன்தரத் தக்கவையாக இருக்கும்.

இனங்களின் தோற்றம் வகைபாட்டியலறிஞர்களுக்கு எப்பொழுதும் ஒரு பிரச்சினையாகவே இருந்து வந்துள்ளது. இனம் என்பதற்குப் பலரும் பலவிதமான விளக்கத்தைக் கூறியுள்ளார்கள்: இனம் என்பது தீர்மானம் செய்யப்பட்ட முடிவல்ல; அது தொடர்ந்த ஒரே மாதிரியாகவுள்ள முன்னோர்களிலிருந்து உண்டான உயிரியல் தொகுதி என்பது இந் நாளைய கருத்தாகும், இனம் என்பது நோக்கம் உடைய குறிப்பிடத்தக்க அலகாக விளங்குகிறது. வகைபாட்டியல் முன்னேற்றத்தில் அவர்களது நோக்கமுடைய ஆராய்ச்சி பல புதிய கண்டுபிடிப்புகளுக்கு வழி வகுத்துள்ளது. இவர்களது அடிப்படையின்படி, தாவரத்தொகுதி அதன் வகையில் உயிரியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. இத்தொகுதியில் அடங்கியுள்ள தாவரங்களின் பண்புகளும் செயல்களும் குறிப்பிட்ட வடிவமைப்பில் உள்ளன. பெரிய கட்டுக்கடங்காத தாவரத்தொகுதிகள் உயிரின உறவு முறையின அடிப்படையாகக் கொண்ட சிறு தொகுதிகளாக மாற்றி அமைக்கப்படும். இந்த அடிப்படையிலான உயிரி வகைபாட்டியல் (bio-systematics) அமைப்பதற்குப் பலகாலம் இடைவிடாது தொடர்ந்து முயன்ற ஆராய்ச்சிகள் தேவைப்படுகின்றன.

சந்தர்ப்பங்கள் (Opportunities) : உலகின் தாவரவியல் வளம் இன்னும் முழுமையாகக் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. சில சிறு பகுதிகளின் தாவர வளங்களும் முற்றும் பெறாமல் காணப்படுகின்றன. பழங்காலத்தில் தாவரவளம் கண்ட ஆய்வாளர்கள் புதுக் கருத்துகளான சூழ்நிலையியல், இடப்பெயர்ச்சி, வியாபகம் முதலிய பல

கருத்துகளின் அடிப்படையில் தாவர வளத்தினை ஆராயவில்லை. எனவே, இன்று காணப்படும் பல பிரதேசங்களின் தாவர வளங்களும் மீண்டும் ஆராயப்பட்டு வகைப்படுத்தப்படல் வேண்டும். இன்று காணப்படும் பெரும்பாலான குடும்பங்களுக்கும், பேரினங்களுக்கும் தனித்தனியான விவர நூல்கள் தேவைப்படுகின்றன.

வழிமுறையிலான தாவரவியலறிஞர்கள் (traditional botanists) பயிர்த் தாவரங்களின் வகைபாட்டியலை ஒதுக்கி வந்துள்ளார்கள் இவற்றைப்பற்றிய ஆய்வுகளும் வகைபாட்டியலும் தேவையாக உள்ளன.

வகைபாட்டியலின் முக்கியத்துவம் (Significance of Taxonomy): உலகில் உள்ள தாவரங்களின் பண்புகள், பெயர்கள், தனித் தன்மைகள், உறவு முறைகள், வியாபகம், வளரிடப் பண்புகள் முதலியவற்றை அறிந்து இவ்வறிவை மற்றத் தாவரத் துணையியல்களின் ஆராய்ச்சிக் கருத்துகளோடு பொருந்தச் செய்து ஆராய்வது வகைபாட்டியலின் நோக்கமாகும். வகைபாட்டு அறிவியலின் தொடக்கக் காலத்தில் சிறு தாவரப் பகுதிகள் அவற்றின் பெயர்களுடனும், எண்களுடனும் பெரிய பரப்புள்ள இடங்களின் தாவர வளத்தினை (flora) அறிவதற்கு ஆதாரமாக இருந்தன. இயல்பாக வளரும் தாவரத்தைப்பற்றிய அறிவும், இதன் அடையாளங்களான தாவரப் பகுதிகளும், இவற்றை ஒத்துள்ள மற்றத் தாவரங்களின் மாதிரிகளும், இதன் விவரங்களும், மற்றத் தாவரத் துணையியல்களில் சேகரித்த விவரங்களும் வகைபாட்டியலுக்குத் தேவையாய் உள்ளன. உலகில் உள்ள தாவரவளத்தை அறிந்துகொள்ள மேலே கூறிய விதமாகச் சேகரித்த தகவல்கள் பெரிதும் உதவுகின்றன.

நாம் தொகுத்த, முறைப்படுத்தப்பட்ட அறிவினை வகைபாட்டியல்மூலம் பெறுவது இரண்டாவது குறிக்கோளாகும். அறிஞர்கள் சிலரது ஆய்வுகளினால் ஏற்பட்ட ஆய்வுக்கட்டுரைகள், மற்ற அறிவியலறிஞர்களுக்கும் பொதுமக்களுக்கும் பயன்படுகின்றன. தனி மனிதனின் ஆய்வும், ஆராய்ச்சியும் மற்றவர்களுக்குத் தெரிவிக்காத நிலையில் பயனற்றதாகிவிடும்.

வகைபாட்டியல் விவரங்கள் வளமிலாத் தன்மையிலிருந்து வளமுடைய தன்மைக்குப் பல வழிகளில் மாற்றிப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தின் தாவரவளம் வெளியிடப்படுகிறது. ஓரிடத்தின் தாவரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுப் பெயரிடப்பட்டிருக்கும் சிறு கையேடுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

முன்பு எழுதிய நூல்கள் திருத்தப்படுகின்றன. தனி விவர நூல்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. தாவரங்களின் வியாபகம் பற்றிய வெளியீடுகளினுல் குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் உள்ள தாவர வளத்தைப்பற்றி அறிந்துகொள்ள முடியும். இதைத் தவிர, குறிப்பிட்ட பகுதிகளிலிருந்து எடுத்துச் சேகரம் செய்து, இனம் கண்டுபிடித்துப் பெயரிட்ட குறிப்புகளோடுகூடிய தாவர உலர்பதனச்சேர்க்கை (herbarium) மற்றவர்களுக்குப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. இவ்வகையான அடிப்படை அறிவியற்கருத்துகள் மற்ற அறிவியல் ஆராய்ச்சிக்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஓரிடத்தின் இயற்கை வளத்தினைப்பற்றியும், அங்குக் கிடைக்கும் தொழில் மூலப் பொருள்களைப்பற்றியும் (raw materials), அங்குக் கிடைக்கும் உணவு, உடை, மருந்து, பயிர்கள், தொழில்களுக்குப் பயன்படும் தாவரங்களைப்பற்றியும் அறிந்துகொள்ளலாம்.

உலகில் உள்ள தாவரங்களின் மாறுபட்டு நிற்கும் பல பண்புகள் பரிணும ஆய்வுக்குப் பயன்படும்படியாக உள்ளன. வகைபாட்டியலறிவினுல் வேறுபாடுகள் நிறைந்த தாவரங்களை முறைப்படுத்தி, வகைப்படுத்தி, அவற்றிற்கிடையேயுள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகளையும் உறவு முறைகளையும் நிர்ணயிக்க முடியும்.

வகைபாட்டியலும் மற்ற அறிவியல்களும்: வகைபாட்டியல் மற்ற அறிவியல் துறைகள் பலவற்றைச் சார்ந்துள்ளது; அதே மாதிரியாக மற்ற அறிவியல் துறைகளுக்குப் பயன்படும்படியாகவும் உள்ளது. வகைபாட்டியலறிஞனுக்கு அமைப்பியலைப்பற்றிய அறிவு வேண்டும்; கருவியலைப்பற்றிய அறிவும் வேண்டும். மற்றும் மலர் உள்ளமைப்பியல் (floral anatomy), தனி உறுப்பு வளர் முறையைப் (ontogenetical development) பற்றியும் அறிந்திருத்தல் அவசியமாகிறது. இனங்களை நிர்ணயிப்பதில் செல்மரபியல் பண்புகள் (cytogenetic characters) மிகவும் முக்கியமானவை என்று நவீனக்கால வகைபாட்டியலறிஞர்கள் கருதுகிறுர்கள். மரபியல் அடிப்படையில் ஒரே மாதிரியாக உள்ள தாவரங்களை மாறுபாடான சூழ்நிலைகளில் வளர்த்து, அவற்றின் பண்புகளை அறிந்தனர். இவ்வாறு தொடர்பு படுத்தி அறிந்த பல உண்மைகளும், ஒருமுகப் படுத்தி அறிந்த பல விவரங்களும் மரபியல் பண்புகளிலிருந்து சூழ்நிலைக்காரணிகளால் ஏற்பட்ட பண்புகளைப் பிரித்தறிவதற்கு உதவியாக உள்ளன. இங்ஙனம் பிரித்து அறிவதால், இனம் என்பது அமைப்பியல் பகுதியாக இருந்தது. அமைப்பியல், மரபியல் அடிப்படையிலான உயிரியல் அலகாக விளங்குகிறது. நவீனக்கால வகைபாட்டியல் மற்ற துணையியல் கருத்துகளையும் அடிப்படையாகக்கொண்டு அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

வகைபாட்டியலின் பிரச்சினைகள் (Problems in Taxonomy) : தாவரவியலின் மிகப்பழைய துணையியல் வகைபாட்டியலாகும். உலகில் புதிய நாடுகளைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும் என்ற ஆர்வத்துடன் தாவர வகைபாட்டியல் வளர்ச்சியும் முன்னேறியது. புதிய உலகம் கண்டுபிடிப்பதற்கு முன், மத்திய தரைக்கடல் பகுதியில் (Mediterranean region) உள்ள தாவரங்களைப்பற்றி மட்டும் மனிதன் அறிந்திருந்தான். புதிய நாடுகளின் கண்டு பிடிப்புகளினால் அவற்றில் குடியேறிய மக்கள் அங்குள்ள தாவரங்களைச் சேகரம் செய்து தங்கள் தாய்நாட்டிற்கு அனுப்பினார்கள். இவ்விதம் அனுப்பிய தாவரங்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாகவே முன்பு கையாளப்பட்ட வகைபாட்டுத் தொகுப்புகளும் பெயர்களும் போதுமானதாக இல்லை. இதனால் புதிய தேவைக்குப் போதுமான சிக்கலான வகைபாட்டியல்கள் வகுக்கப்பட்டன. தாவரவியல் ஆய்வுகளில் 18, 19ஆம் நூற்றாண்டுகளில் வகைபாட்டியல் முதலிடம் வகுத்தது. இச் சமயத்தில் டார்வின் (Darwin), வாலஸின் (Wallace) பரிணாமக்கொள்கைகளும், டி விரிஸின் சடுதி மாற்றக் கொள்கையும் (mutation theory of De Vries), மெண்டலின் பாரம்பரியம்பற்றிய கொள்கைகளும் உண்டாயின. இக் காலத்தில் திருத்தம் பெற்ற நுண்ணோக்கியும், செயல்முறை ஆய்வுகளும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதால், நியூக்ளியஸில் உள்ள குரோமேடின் பொருள்களையும், ஜீன்களையும் ஆராய முடிந்தது. 50 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு உலகில் உள்ள தாவரங்கள் யாவும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு விட்டதாகவும், அவற்றை இனம் கண்டு தெரிந்த அறிவியல் தகவல்களுக்கேற்ற வகையில் வகைபாடு செய்து வைக்க வேண்டும். இத்தகைய அறிவியல் தகவல்கள் புற அமைப்பியல், உள்ளமைப்பியல், செல்லியல், மரபியல், தொல் தாவரவியல் (paleobotany), தாவரப்புவியியல் (phytogeography), சூழ்நிலையியல், புவி அமைப்பியல் (geomorphology), உயிர் வேதியியல் (biochemistry) ஆகிய பல இயல்களிலிருந்து ஆய்ந்து எடுக்கப்பட்டவையாக இருத்தல் வேண்டும்.

ஓரினம் மற்றோர் இனத்தின் மாறுபாடு (variant) என்று தெரிந்தால், எந்த இனத்தின் மாறுபாடு என்பதை எளிதில் அறிந்து கொள்ளலாம். ஆனால், வகைபாட்டியலின் உயர் தொகுதிகளுக்கு இடையேயுள்ள உறவு முறைகளை நிர்ணயிப்பதுதான் சிரமம். நடைமுறையில் குடும்பத்திற்கு உயர் தொகுதிகளின் உறவுமுறைகளை நிர்ணயிப்பதற்குச் சிரமம் எடுத்துக் கொள்ளப்படுவதில்லை. உயர்மட்டத் தொகுதிகளையும், கீழேயுள்ள தொகுதிகளையும் பரிசீலனைக்கு எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும் என்பது நவீனக்காலக் கருத்தாகும்.

ஒரு தாவரத்தொகுதியின் வகைபாட்டிற்கு இன வரலாறு (phytogeny) என்று பெயர். குடும்பம், பெருங்குடும்பம் (cohort), வகுப்பு (class) போன்ற பெரிய தொகுதிகளை வகைபாடு செய்வதும், சேர்ப்பதும் (composition), ஒழுங்குபடுத்துவதும் (disposition) இன வரலாற்று ஆய்வுகளில் முக்கியமானவையாகும். இத்தகைய ஆய்வுகளின் முடிவுகள் வகைபாட்டியலறிஞர்களுக்கு மிகவும் அவசியமானவையாகும். இன வரலாற்றின் முக்கியத்துவம் பல வகைபாட்டியலறிஞர்களினால் ஒத்துக்கொள்ளப்படுகின்றது; குறிப்பாகக் கீழ்மட்ட வகைபாட்டில் அது முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகக் கருதப்படுகிறது.

(2) வகைபாட்டியலின் வரலாறு

(History of Classification)

அறிவியலின் பகுதியை உணர விரும்புவோர் அதன் தொடக்கத்தினையும், வளர்ச்சியையும் அறிந்தால், அவ்வறிவியலைப் பற்றி நன்றாக உணரவும் ஆராயவும் முடியும். தாவர வகைபாட்டியலின் வரலாறு மிகவும் சுவையுடையது. வரலாற்றை உண்டாக்குவதற்கு ஆதாரமான அறிவியல் அறிஞர்களையும் அவர்களது ஆய்வுக்கருத்துகளையும் அறிவதோடல்லாமல், அவர்களது ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாக உயிரியல் உண்மைகளை ஆதாரமாகக்கொண்ட வகைபாடும் உருவாயிற்று. வரலாற்றினால் அறிவியல் வளர்ந்த விதமும், இதனை வளர்த்த அறிஞர்கள்பற்றியும் அறிந்துகொள்ளலாம்.

பல வகையான தாவர வகைபாட்டியல்கள் உண்டாக்கப்பட்டன. அவை யாவும் கீழ்க்காணும் மூன்று வகைக்குள் அடங்கும்: 1. செயற்கையானது (artificial), 2. இயற்கையானது (natural), 3. மரபு வழியிலானது (phytogenetic). செயற்கை வகைபாட்டியல் என்பது ஏதாவது ஒன்று அல்லது சில பண்புகளை ஆதாரமாகக்கொண்டு தாவரங்களை அடையாளம் கண்டு கொள்ளும் வசதிக்காக உண்டாக்கப்பட்டது. இயற்கை வகைபாட்டியல் என்பது இயற்கையில் எவ்வாறு உள்ளதோ, இந்நிலையில் எந்தெந்தத் தகவல்கள் கிடைக்கின்றனவோ, அவற்றை ஆதாரமாகக்கொண்டு தொகுக்கப்பெற்றதாகும். உயிரினங்களின் பரிணாம முறைக்குத் தகுந்தவாறு அவற்றை வகைபாடு செய்வது மரபுவழி வகைபாடாகும். இது மரபியல் உறவு முறைகளை ஆதாரமாகக் கொண்டது. எந்தவொரு தாவரத் தொகுதியும், பார்த்த மாத்திரத்தில் எதிலிருந்து தோன்றியது என்றும், அத் தாவரத்தொகுதியிலிருந்து எந்தெந்தத் தாவரங்கள்

தோன்றின என்பதும் தெரியும். இப்பொழுது நிலவும் அறிவில், இயற்கையான மரபுவழி வகைபாட்டினை உருவாக்குவது கடினம். இப்பொழுது காணப்படும் மரபுவழி வகைபாட்டியல்களெல்லாம் குறிக்கோள் இலக்குடையவை; அதனால் அவை இயற்கையான வையும், மரபுவழி வகைபாடும் சேர்ந்து அமைந்தவையுமாகும்.

செயற்கைத் தொகுப்பு இப்பொழுது வழக்கத்தில் இல்லை. இதற்குரிய முன்மாதிரியான (classical) முதல்தரமான உதாரணம் லின்னயிஸ் தொகுத்த பால் அமைப்பாகும் (sexual system). இவ் வமைப்பின்படி தாவரங்களின் இனப்பெருக்கு உறுப்புகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து வகைபாடு செய்யப்பட்டது. ஒரு தாவரத் தொகுதியைப் பிரித்துணருவதற்கு ஒன்று அல்லது இரண்டு டண்புகளை ஆதாரமாகக்கொண்டு பிரித்துணர இம் மாதிரிச் செயற்கைப் புதிர் விளக்கத்தினை (artificial key) ஆதார மாகக்கொள்ளுவதைக் காண்கிறோம். தாவரத் தொகுப்பின் வரிசை புதிர் விளக்கத்தில் இயல்பான அல்லது மரபுவழியிலான தொகுதிகளினின்று முற்றிலும் தொடர்பற்று இருக்கும்.

இயற்கை வகைபாட்டுத் தொகுப்புகளும், அதனோடு தொடர் புடைய மற்றத் தொகுப்புகளும் லின்னயிஸின் காலத்திற்கு முன் பிருந்தே காணப்பட்டன. டார்வினும், அவருக்குப்பின் வந்த அறி ஞர்களும் பரிணாமக்கருத்தினை ஆதாரமாகக்கொண்ட வகை பாட்டியல் தொகுப்புகள் உருவாக்கப்படும் வரை, இயற்கை வகை பாட்டியல் தொகுப்புகளே நிலவி வந்தன. டார்வினுக்கு முன் பிருந்த இயற்கையியலறிஞர்கள் சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கையினை ஆதரித்தார்கள்; இறைவன் தன் தெய்வீக ஆற்றலினால் (divine power) உலகில் உள்ள உயிரினங்களையெல்லாம் ஒரு முழுமை பெற்ற அமைப்பின்கீழ்ப் (perfect plan) படைத்தார் என்று நம்பி னார்கள். அவர்கள் இயற்கைத் தொகுப்பு என்பது இயற்கையோடு இயைந்தது என்று நம்பினார்கள்.

வகைபாட்டியல் தொகுப்பு அமைப்புகள் கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ள நான்கு வகைகளில் ஒரு விதமாகவும், அவை ஒரு காலத் திலும் ஏற்பட்டிருக்க வேண்டும். மிகப் பழங்காலத்தில் தொகுக்கப் பட்ட வகைபாட்டியல் தொகுப்புகள் தாவரங்களின் வளர் உரு வங்களை அடிப்படையாகக்கொண்டன. இத் தொகுப்புகளுக்குப் பின்னர் இனப்பெருக்கு உறுப்புகளை ஆதாரமாகக்கொண்ட தொகுப்புகள் உருவாக்கப்பட்டன. இதற்குப் பிறகு தாவர உரு வங்களை ஆதாரமாகக்கொண்ட தொகுப்புகள் செய்யப்பட்டன. இறுதிக்காலத்தில் உருவாக்கப்பட்ட தொகுப்புகள் மரபுவழியி லான தொகுப்புகளாகவோ அல்லது இப்பொழுது அறிந்த சான்று

களின் சேர்க்கையின்ால் உருவாக்கப்பட்ட தொகுப்புகளாகவோ இருக்கும்.

காலம் (அ) வளர் இயல்பினை ஆதாரமாகக்கொண்ட தொகுப்பு : பழங்காலத்தில் வாழ்ந்த கிரேக்கர்கள், மூலிகைவாதிகள், தாவர வியலறிஞர்கள் உருவாக்கிய தொகுப்புகள் தாவரங்களின் வளர் இயல்பினை ஆதாரமாகக் கொண்டவை. மரங்கள், செடிகள், கொடிகள் என்பவை இத் தொகுப்பின் பெரிய தொகுதிகளாக இருந்தன. கி.மு. 300ஆம் ஆண்டிலிருந்து கி.பி. 18ஆம் நூற்றாண்டின் மையக்காலம் வரை இத் தொகுப்புகள் வழங்கி வந்தன.

1. தியோஃபிராஸ்டஸ் (370-285 B.C.) : இவர் அரிஸ்டாட்டிலின் மாணவர். இவர் 'தாவரவியலின் தந்தை' என்று அழைக்கப் படும் சிறப்புப் பெற்றவர். இவர் உருவாக்கிய வகைபாட்டியலுக்கு இவரது ஆசான் அரிஸ்டாட்டிலின் கருத்துகளையும், அவரது ஆசான் பிளாடோவின் கருத்துகளையும் ஆதாரமாகக்கொண்டார். இவர் தாவரங்களின் உருவ அமைப்பினை, வளர் இயல்பினை ஆதாரமாகக்கொண்டு மரங்கள், புதர்ச்செடிகள் (shrubs), செடிகள் என்றும், தாவரங்களின் வாழ்வுக்காலத்தை (duration of life) ஆதாரமாகக்கொண்டு ஓராண்டு (annual), ஈராண்டு (biennial), பல்லாண்டுத் தாவரங்கள் (perennials) என்றும் வகைபாடு செய்தார். இவர் மஞ்சரிகளில் (inflorescences) தொடர்ச்சியான வளர்ச்சியுடைய (indeterminate growth) மையம் நோக்கிய (centripetal) மஞ்சரிகள் என்றும், குறிப்பிட்ட வளர்ச்சியுடைய (determinate growth) மையம் விலகிய (centrifugal) மஞ்சரிகள் என்றும் இரு வகைகளாகப் பிரித்தார்.

இவர் பூக்களில் சூல்பையின் அமைவிடம் (position of the ovary), அல்லி இணைந்த (gamopetalous), அல்லி இணையாத (polypetalous) தன்மைகளை அறிந்திருந்தார் ; இப் பண்புகளை ஆதாரமாகக்கொண்டு பல தாவரங்களைப் பகுத்துணர்ந்தார் ; ஆனால், இவற்றிடையே காணப்பட்ட உறவு முறைகளை நன்றாக உணரவில்லை. இவர் உருவாக்கிய தொகுப்புகள் யாவும் உறவு முறைகளின் அடிப்படையில் அமைக்கப்படாமல் செயற்கை யானவையாக இருந்தன. இவர் எழுதிய 'ஹிஸ்டோரியா பிளான்டாரம்' (Historia Plantarum) என்ற நூலில் 480 வகையான தாவரங்களின் வர்ணனைகளும் (description) வகைபாட்டையும் தந்துள்ளார்.

2. ஆல்பெர்டஸ் மாக்னஸ் (Albertus Magnus, 1193-1280) : இவர் தண்டு அமைப்பினைக்கொண்டு ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களுக்

கும் (monocotyledonous plants), இரு வித்திலைத் தாவரங்களுக்கும் (dicotlyledonous plants) உள்ள வேற்றுமையை அறிந்திருந்தார். இவர் தியோஃபிராஸ்டஸ் கூறிய கருத்துகளிற்பெரும்பாலான வற்றை ஆதரித்தார்.

3. ஆட்டோ பிரன்ஃபெல்ஸ் (Otto Brunfels, 1464-1534): இவர் வாழ்ந்த காலத்தில் இருந்த தாவரங்களைப் படங்களுடன் விவரித்தார். மூலிகைவாதிகள் என்ற பழங்காலத் தாவரவியல் அறிஞர்கள் உணவுக்குப் பயன்படும் தாவரங்கள், பிணிதீர்க்கப் பயன்படும் தாவரங்கள் என்று பாகுபாடு செய்து அறிந்தனர். ஆனால், இவற்றை அறிந்துகொள்ள அறிவியல் சோதனைகளை ஆதாரமாகக்கொள்ளாமல் நாட்டுப்பாடல் (folklore), மூட நம்பிக்கைகள், தவறான கருத்துகள் முதலியவற்றையே ஆதார மாகக்கொண்டனர். இவர் விளக்கப்படங்களுடன் ஒரு மூலிகை நூலினை வெளியிட்டார். இவர் பூக்களுடைய தாவரங்களை முழுமை பெற்றவை (perfecti) என்றும், பூக்களில்லாத தாவரங்களை முழுமை பெறாதவை (imperfecti) என்றும் பகுத்துணர்ந்தார்.

மூலிகைவாதிகளின் பெயர்களினால் பல தாவரங்களுக்குப் பெயர்கள் வைக்கப்பட்டன. உதாரணமாக, பிரன்ஃபெல்ஸ் என்பவரின் பெயரைக்கொண்டு பிரன்ஃபெல்ஸியா (Brunfelsia) என்ற பெயரும், பவேரியா (Bavaria) நாட்டு மருத்துவர் லியோனார்டு ஃபூச்ஸ் (Leonard Fuchs, 1501-1616) என்பவரது பெயரால் ஃபுச்ஸியா (Fuschia) என்ற தாவரமும், ஹாலந்து (Holland) நாட்டு மூலிகைவாதி மாத்தியாஸ் டி எல் ஓபெல் (Mathias de L' Obel, 1538-1616) என்பவரது பெயரால் லொபீலியா (Lobelia) என்ற தாவரமும், இங்கிலாந்து நாட்டில் வாழ்ந்த ஜான் ஜிரார்டு (John Gerard, 1545-1612) என்பவரது பெயரினால் ஜிரார்டியா (Gerardia) என்ற தாவரத்தின் பெயரும் வழங்கப் பட்டு வருகின்றன.

4. ஜெரோம் பாக் (Jerome Bock, 1498-1554): இவரும் ஒரு மூலிகைவாதியே. இவர் தாவரங்களைப்பற்றி ஆராய்வதை ஒரு பொழுதுபோக்காகக் கொண்டார். இவர் பல தாவரங்களை ஆராய்ந்து அவற்றிற்கிடையேயுள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகளைக் கண்டறிந்தார்; தாவரங்களை மரங்கள், புதர்ச்செடிகள், செடிகள் என்று பகுத்தறிந்தார். இவர் காலத்தில் தாவரங்களைப்பற்றி நிலவிய பல மூடக் கருத்துகளை இவர் நம்பவில்லை.

5. ஆண்டிரியா ஸீஸல்பினோ (Andrea Ceasalpino, 1519-1603): இவர் வகைபாட்டியலறிஞர்களுள் முதல்வர் என்று சொல்லத்

தகுந்த பெருமைக்குரியவர். இவர் 'டிபிளான்டிஸ்' (De Plantis, 1583) என்ற நூலில் சுமார் 1500 தாவரங்களை ஆராய்ந்து வகைபாடு செய்துள்ளார். இவரது வகைபாட்டியலுக்கு நேரிடையான கண்டுபிடிப்புகளைவிடப் பகுத்தறிவு ஆராய்ச்சியே முக்கிய ஆதாரமாக இருந்தது. மொட்டுகள், பூக்கள், கனிகளைக் காப்பதற்காக இலைகள் ஏற்பட்டுள்ளன என்றும், பூக்களில் பால்பண்பு கிடையாதென்றும் நம்பினார்; இரு வித்திலைத் தாவரங்களில் காணப்பட்ட பித் (pith) முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளின் (vertebrate animals) முதுகுத்தண்டினை (spinal column) ஒத்தது என்றும், தாவரங்களுக்கு ஊட்ட ஆத்மா (nutritive soul) உண்டு என்றும் நம்பினார்: தாவரங்களை அவற்றின் வளர்இயல்பு கனி, விதைகளை ஆதாரமாகக் கொண்டு வகைபாடு செய்தார்; மற்றும் சூல்பையின் அமைவிடம், அவற்றின் அறைகள், சூல்பை, சனைதப்பற்றுள்ள வேர்க்கிழங்குகள் இருப்பது, இல்லாதது, செல்சாற்றின் தன்மைகளை ஆதாரமாகக் கொண்டு வகைபாடு செய்தார்.

6. ஜீன் பாஹின் (Jean Bauhin, 1541-1631) இவர் ஹிஸ்டோரியா பிளான்டாரம் யுனிவர்சாலிஸ் (Historia Plantarum Universalis) என்ற பெயருடைய நூலை மூன்று தொகுதிகளாக வெளியிட்டார். இந்நூலில் சுமார் 5000 தாவரங்களைப்பற்றி விவரித்து வகைபாடு செய்துள்ளார். இவரது சகோதரர் காஸ்பார்டு (Gaspard, 1560-1624) என்பவர் பினாக்ஸ் (Pinax, 1623) என்ற நூலினை எழுதி, அதில் சுமார் 6000 தாவரங்களைப் பெயர்களுடன் விவரித்துள்ளார். பாஹின், இவர் காலத்திற்கு முன்னர், வாழ்ந்த மூலிகைவாதிகளைப் போலத் தாவரங்களின் உருவ அமைப்பு, நயம் (texture) இவற்றை ஆதாரமாகக்கொண்டு பாகுபாடு செய்துள்ளார். இவர்தான் முதன்முதலில் பேரினத்திற்கும், இனத்திற்கும் உள்ள வேற்றுமையை உணர்ந்தார். இவர் விவரித்த ஒவ்வொரு தாவரத்திற்கும், பேரினப் பெயரும், இனப்பெயரும் கொடுத்துள்ளார். பாஹின் இத்தகைய இருபெயர் சூட்டும் முறையை லின்னயிஸிற்கு ஒரு நூற்றாண்டிற்கு முன்பே அறிந்திருந்தார்.

7. ஜோசஃப் பிட்டன் டி டோர்னெஃபோர்ட் (Joseph Pitton de Tournefort, 1656-1708) : இவர் தாவரங்களை மரங்கள், செடிகள் என்ற இரு பெரும்பிரிவுகளாகப் பிரித்தார். அவற்றை மீண்டும் அல்லி இதழ் பெற்றவை (petalous), அல்லி இதழ் அற்றவை (apetalous) என்றும், ஒழுங்கான (regular), ஒழுங்கற்ற (irregular) பூக்கள் என்றும் பாகுபாடு செய்தார். இவர் 'தற்காலப் பேரினக் கருத்தின் தந்தை' (Father of Modern Genus Concept) என்று அழைக்கப்படுகிறார். சாலிக்ஸ் (Salix), பாபுலஸ், (Populus), ஃபாகஸ்

(Fagus), பெடுலா (Betula), லாதிரஸ் (Lathyrus), ஆஸெர் (Acer), வெர்பீனு (Verbena) போன்ற பேரினங்களுக்கு இவர் பெயர் வைத்தார். பேரினத்தை வகைபாட்டியலின் மிகச் சிறிய அலகு (smallest unit) என்றும், இனம் என்பது பேரினத்தில் காணப்பட்ட மாறுபாடுகளை ஆதாரமாகக்கொண்டது என்றும் கருதினர்.

8. ஜான் ரே (John Ray, 1628-1705) : இவர் தமக்கு முன்னர் வாழ்ந்த ஆல்பெர்டஸ் (Albertus), ஷீஸல்பினோ, மால்பீஜி (Malpigii) முதலியவர்கள் வகுத்த வகைபாட்டின் நற்கருத்துகளை எடுத்துத் தாவரங்களின் உருவ உறவு முறையை ஆதாரமாகக்கொண்டு வகைபாடு செய்தார்.

இவர் தமது மெதாடஸ் பிளான்டாரம் (Methodus Plantarum, 1703) என்ற நூலில் பெரிய அடிமரம் உடைய மரங்கள் என்றும், சிறு செடிகள் என்றும் இரு பெரும்பிரிவுகளாகப் பிரித்தார்; பின்னர் அவற்றை ஒரு வித்திலை, இரு வித்திலைத் தாவரங்கள் என்றும் பிரித்தார்; கனிகளின் அடிப்படையில் பல வகுப்புகளாகப் பிரித்தார். இவரது வகைபாட்டியல் தொகுப்பு உருவ அமைப்பையும் வெளி அமைப்பையும் அடிப்படையாகக்கொண்டு அமைக்கப் பட்டது.

காலம் (ஆ) எண்ணியலான வகைபாடுகளை ஆதாரமாகக்கொண்ட செயற்கைத் தொகுப்புகள் (Artificial System based on Numerical Classification) : இக் காலத்தில் உருவாக்கப்பட்ட வகைபாடுகள் முன்பு காணப்பட்ட தாவரங்களின் உருவங்களை ஆதாரமாகக் கொள்ளாமல், அரிஸ்டாட்டில் கொண்ட பகுத்தறிவு வாதத்தினை மட்டும் அடிப்படையாகக்கொண்டு வகுக்கப்பட்டதால், இவை வேண்டுமென்றே செயற்கையானவையாக இருந்தன. இவ் வகைபாடுகள் தாவரங்களை இனம் கண்டுகொள்ள மட்டும் துணையாக இருந்தன.

1. கரோலஸ் லின்னயிஸ் (Carolus Linnaeus, 1707-1775): இவர் 'தாவரவியலின் தந்தை' (Father of Taxonomy) என்று அழைக்கப் படுவதோடு காலத்தை வென்ற வியப்புக்குரிய மிகப்பெரிய வகைபாட்டியலறிஞர் என்று கருதப்படுகிறார். இவரது வகைபாட்டியல் வரலாற்று முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. இவர் ஸ்வீடன் நாட்டில் ரஷல்ட் (Rashult) என்னும் இடத்தில் பிறந்தார். இவர் லாப்லாந்து (Lapland), ஹாலந்து, பிரான்ஸ், இங்கிலாந்து முதலிய நாடுகளுக்கும் பயணம் செய்து, பல இயற்கை அறிவியலறிஞர்களைச் சந்தித்தார். 1741ஆம் ஆண்டில் உப்சாலாப் பல்கலைக்கழகத்தில் (Upsala University) தாவரவியல் பேராசிரியராக நியமிக்கப்பட்

டார். பேராசிரியராக இருந்து இவர் பல அரிய ஆராய்ச்சிகள் நடத்தினார். இவர் தமது மாணவர்களைப் பல புதிய இடங்களுக்கும் அனுப்பித் தாவரங்களைச் சேகரம் செய்து வரும்படி அனுப்பினார். இவர் எழுதிய நூல்களுள் சிறந்த நூல்களாவன: சிஸ்டமா நாச்சுரே (Systema Naturae, 1735), ஜெனெரா பிளான்டாரம் (Genera Plantarum, 1737), ஃபிலசாஃபியா பொடானிகா (Philosophia Botanica, 1751), ஸ்பெசீஸ் பிளான்டாரம் (Species Plantarum, 1753), ஹார்டஸ் உப்லாண்டிகஸ் (Hortus Uplandicus), ஃப்ளோரா லப்போனிகா (Flora Lapponica), ஹார்டஸ் கிளிஃபோர்டியானஸ் (Hortus Cliffortianus).

இவர் தமது முயற்சியினால் பிறிதின் சார்பற்ற அறிவியல் ஆக்கப்பணி எதிலும் ஈடுபடவில்லையானாலும், வர்ணனை, ஆய்ந்து பகுத்து உணரும் தன்மை முதலிய அரிய பண்புகளினால் இவருக்குப் பின் வந்த அறிஞர்களுக்கு இவர் வழிகாட்டியாக இருந்தார். இவரது வகைபாட்டியல் தொகுப்பு 'பால் தொகுப்பு' (sexual system) என்று அழைக்கப்பட்டது இவரது தொகுப்பில் பின் வந்த அறிஞர்கள் பல குறைகளைக் கண்டபோதும், இவரது காலத்தில் இவரது வகைபாட்டியலை ஜெர்மனி, இங்கிலாந்து போன்ற நாட்டின் தாவரவியல் அறிஞர்கள் ஏற்றுக்கொண்டனர். இவருக்குப் பிறகு ஏற்பட்ட வகைபாட்டுத் தொகுப்புகளில் சரியான, இயல்பான உறவு முறைகள் (correct natural relationship) வகுப்பதற்கு இவரது வகைபாட்டியல் தொகுப்பு ஆதாரமாக இருந்தது.

லின்னயிஸின் வகைபாட்டியல் தொகுப்பு மிகவும் எளிமையானது. இவர் தமது வகைபாட்டியலுக்கு மலரின் முக்கியமான ஆண் பெண் உறுப்புகளான மகரந்தத்தாள் சூலகத்தின் பண்புகளை ஆதாரமாகக்கொண்டார். தாவரங்கள் அனைத்தும் 24 வகுப்புகளாகப் (class) பிரிக்கப்பட்டன. இவை உத்தேசமாக (arbitrary) அமைந்திருந்தாலும், இவரது வகைபாட்டியல் அந் நாளில் மிகவும் பெயரும் புகழும் பெற்று விளங்கிற்று. இவ் வகைபாட்டியல் முதலில் சிஸ்டமா நாச்சுரே (Systema Naturae, 1735) என்னும் நூலில் பிரசுரமாகிப் பின்னர் 'ஜெனெரா பிளான்டாரம்' என்ற நூலிலும் பிரசுரமாகியது.

லின்னயிஸின் வகைபாட்டியல் தொகுப்பு தாவரத்தின் மொத்தப் பண்புகளையும் கருதாமல், ஒரு சில பூவுறுப்புகளை மட்டும் ஆதாரமாகக்கொண்டு வகுக்கப்பட்டது. இவர் பூவிலித்தாவரங்களைப்பற்றி (cryptogams) அதிகம் அறிந்திருக்க

வில்லை ஆதலால், அவை அனைத்தையும் ஒரே பிரிவாகக்கொள்ளுகிறார்; பேரினங்களுக்கு இடையேயுள்ள உறவு முறை தெளிவடைந்து, இயற்கைத் தொகுதிகள் ஏற்படும் வரை இவரது 'பால் தொகுப்பு' முறை தற்காலிகமாக இருக்கட்டும் என்று எண்ணினார். இனங்கள் நிலையானவை என்று நம்பினார்; பிறகு புதிய இனங்கள் தோன்றலாம் என்று தம் கருத்தினை மாற்றிக் கொண்டார்.

லின்னயிஸின் வகைபாட்டியல் தொகுப்பைவிட இவர் தாவரங்களுக்குப் பெயரிட்ட முறை தாவரவியலுக்குச் செய்த மிகப் பெரிய பணி என்று கருதப்படுகிறது. இவருக்கு முன் காஸ்பார், பாஹின், ரே முதலானோர் தாவரங்களுக்கு இரு பெயர் சூட்டி வந்தனர்; ஆனால், அந்த இரு பெயர்களும் பெரும்பாலும் நீட்டித்துப் பல சொற்களைக்கொண்ட பெயராக ஆக்கி வைத்தனர். ஒரு தாவரத்திற்கு முதற்பெயர் பேரினப் பெயராகவும் (generic name), இரண்டாவது பெயர் இனப் பெயராகவும் (specific name) இரு பெயர்கள்தாம் இருத்தல் வேண்டும் என்ற நியதியை உண்டாக்கினார். இதுவே 'இரு பெயர் சூட்டும் முறை' (binomial nomenclature) என்று அழைக்கப்பட்டது. இதன் விளக்கத்தினை இவரது நூலான ஸ்பெசீஸ் பிளான்டாரம் என்ற நூலில் குறிப்பிடுகிறார்.

லின்னயிஸின் வகைபாட்டியல் தொகுப்பு ஒரு சில பூ உறுப்புகளை ஆதாரமாகக்கொண்டது. இது தாவரங்களின் உறவு முறைகளைக் கருத்தில் கொள்ளாமல் ஏற்படுத்தப்பட்டது. எனவே, இது செயற்கைத் தொகுப்பு (artificial system) என்று அழைக்கப்பட்டது. இவர் இயற்கையானதொரு தொகுப்பினை உருவாக்காவிடினும், அதற்குரிய அடிப்படைக் கருத்துகளைக் கோடிட்டுக் காட்டியுள்ளார்; பூவுறுப்புகளின் சமச்சீரினை (symmetry) ஆதாரமாகக்கொண்டு பேரினங்களைப் பெருங்குடும்பங்களாகப் பிரித்தார். இதன்படி பேரினங்களை 67 வரிசைகளாகப் பிரித்து, 'ஃபிலசாஃபியா பொடானிகா' என்ற நூலில் விவரித்துள்ளார். இவற்றுள் சில இயற்கையானவை; பெரும்பாலானவை முரண்பாடான பண்புக் கலவிகளை ஆதாரமாகக்கொண்டு பாகுபாடு செய்யப்பட்டன.

லின்னயிஸின் காலத்திலேயே இவரது வகைபாட்டியலுக்கு எதிர்ப்பு இருந்தது. ஜெர்மன் நாட்டினரான ரிவினஸ் (Rivinus) என்பவர் அல்லிவட்டத்தின் (corolla) உருவத்தினை ஆதாரமாகக் கொண்டு ஒரு வகைபாட்டியலை உருவாக்கினார். இவரும், இவரது ஆதரவாளர்களும் லின்னயிஸின் கருத்துகளை ஏற்றுக்கொள்ளவில்லை. ஹால்லெர் (Haller) என்பவரும், லின்னயிஸின் தொகுப்

பிற்குத் தம் எதிர்ப்பினைத் தெரிவித்தார். பிரெஞ்சு நாட்டில் இவரது வகைபாட்டியல் தொகுப்பினை எவரும் ஆதரிக்கவில்லை. தாவரங்களுக்குள் இயல்பான இயற்கை உறவு முறைகள் இருப்பதை மைக்கேல் ஆடன்சன் (Michael Adanson) என்பவர் எடுத்துக் காட்டினார். இக் கருத்துகளை ஆதாரமாகக்கொண்டு பெர்னார்டு டி ஜுஸ்ஸு (Bernard de Jussieu, 1699-1777) என்பவர் ஒரு வகைபாட்டியலைத் தொகுத்தார்.

லின்னயஸின் காலம் வரை பல்லாயிரக்கணக்கான புதிய தாவரங்களைப்பற்றிய விவரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அவற்றை வகைபாடு செய்ய ஒரு பயன்தரத்தக்க வகைபாட்டுத் தொகுப்புத் தேவைப்பட்டது. எனவே, லின்னயிஸ் தமது 'பால் தொகுப்பினை' வெளியிட்டார். இத் தொகுப்புப் பயன்படுத்துவதற்கு எளிதானது. இத் தொகுப்பின்மூலம் எளிதில் தாவரங்களைக் கண்டுபிடித்து விடலாம். இது 24 வகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட்டது. ஒவ்வொன்றும் மகரந்தத்தாள்களின் எண்ணிக்கை இணைவு, நீளம் இவற்றை அடிப்படையாகக்கொண்டது.

வகுப்பு 1 : மோனண்டிரியா (Monandria): ஒற்றை மகரந்தத் தாளுடையவை. (உ-ம்.) லெம்ன (Lemna).

வகுப்பு 2 : டையாண்டிரியா (Diandrea): இரு மகரந்தத் தாள்களுடையவை. (உ-ம்.) சால்வியா (Salvia)

வகுப்பு 3 : டிரையாண்டிரியா (Triandria) : மூன்று மகரந்தத் தாள்களுடையவை. (உ-ம்.) ஐரிஸ் (Iris)

வகுப்பு 12 : ஐகோசாண்டிரியா (Icosandria) : மகரந்தத் தாள்கள் இருபதும், அதற்கு மேலும் இருப்பவை; புல்லி இதழ்கள் இணைந்தவை (episepalous). (உ-ம்.) ரோஜா, ரூபஸ் (Rubus), ஸ்பைரியா (Spiraea)

வகுப்பு 13 : பாலியாண்டிரியா (Polyandria) : மகரந்தத் தாள்கள் 20ம், அதற்கு மேலும் இருந்து பூவச்சுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். (உ-ம்.) டீலியா (Telia), பபாவர் (Papaver).

வகுப்பு 14 : டைடினமியா (Didynamia) : மகரந்தத்தாள்கள் இரு வேறு உயரத்தில் காணப்படும். (உ.ம்.) லினேரியா (Linaria)

வகுப்பு 15 : டெட்ராடைனமியா (Tetradynamia) : மகரந்தத் தாள்கள் ஆறில் நான்கு உயரமாகவும், இரண்டு குட்டையாகவும் காணப்படும். (உ-ம்.) குருஸிபெரேக் (Cruciferae) குடும்பத் தாவரங்கள்

வகுப்பு 16 : மானடல்பியா (Monadalphia) : மகரந்தத் தாள்கள் ஒரே கற்றையில் அமைந்திருக்கும். (உ.ம்.) மால்வேஸி (Malvaceae)

வகுப்பு 17 : டைஅடெல்ஃபியா (Diadalphia) : மகரந்தத் தாள்கள் இரு கற்றைகளில் காணப்படும். (உ.ம்.) லாதிரஸ், ட்ரைஃபோலியம் (Trifolium).

வகுப்பு 18 : பாலியடெல்ஃபியா (Polyadelphia) : மகரந்தத் தாள்கள் பல கற்றைகளில் இணைந்து காணப்படும். (உ.ம்.) ஹைபெரிகம் (Hypericum)

வகுப்பு 19 : ஸின்ஜெனீஷியா (Syngenesia) : மகரந்தத் தாள்களில் உள்ள மகரந்தக்கம்பிகள் இணையாமல் தனித்தனியாக இருந்து, அவற்றின் மகரந்தப் பைகள்மட்டும் இணைந்திருப்பது. (உ ம்.) கம்பாஸிடேக் (compositae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்கள், லொபீலியா (Lobelia).

வகுப்பு 20 : கைனேண்டிரியா (Gynandria) : (உ.ம்.) அரிஸ்டோலோக்கியா (Aristolochia), ஆர்க்கிட்டுகள்.

வகுப்பு 21 : மானேஸியா (Monoceia) : ஒரே தாவரத்தில் ஆண் பூக்களும், பெண் பூக்களும் தனித்தனியாக அமைந்திருப்பது. (உ.ம்.) டைஃபா (Typha), குயெர்கஸ் (Quercus).

வகுப்பு 22 : டையோஸியா (Dioceia) : ஆண் பூக்கள் ஒரு தாவரத்திலும், பெண் பூக்கள் ஒரு தாவரத்திலும் காணப்படும். (உ.ம்.) ஸாலிக்ஸ் (Salix), அர்டிகா (Urtica)

வகுப்பு 23 : பாலிகாமியா (Polygamia) : (உ.ம்.) பல கம்பாஸிடேக் குடும்பத் தாவரங்கள்

வகுப்பு 24 : பூவிலித் தாவரங்கள் (Cryptosamia) : (உ.ம்.) பாசிகள், பூஞ்சைகள், மாஸ்கள், பரணிகள்.

லின்னயிஸின் தொகுப்பில் 24 வகுப்புகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு வகுப்பும் பல பெருங்குடும்பங்களாகத் தாவரங்களின் சூலகத்தண்டின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்துப் பிரிக்கப்பட்டன. இத் தொகுப்பு ஹார்டஸ் உப்லாண்டிகஸ் என்ற நூலில் முதலில் விவரிக்கப்பட்டுப் பின் ஜெனெரா பிளான்டாரம் என்ற நூலில் சொல்லப்பட்டது. இதில் 935 பேரினங்களின் வரிணைகள் இடம் பெறுகின்றன. இந் நூல் 5 பதிப்புகளில் (edition) வெளியிடப் பட்டது. இதற்குப் பிறகு மான்டிஸீ (Mantisae) என்னும் இரு பிரதிகளும் பதிப்பிக்கப்பட்டன.

1753ஆம் ஆண்டில் பதிப்பிக்கப்பட்ட ஸ்பெசிஸ் பிளான்டாரம் என்பது சாற்றுக்குழாய்த் தாவரங்களைப்பற்றி எழுதப்பட்ட மிகச் சிறந்த நூலாகும். உலகில் உள்ள தாவரங்களையெல்லாம் லின்னயிஸின் தொகுப்பினை ஆதாரமாகக்கொண்டு அடையாளம் காணும் முறையை இந் நூலில் கூறியுள்ளார். இது பாஹின் என்பவர் எழுதிய பினக்ஸ் (Pinax) என்னும் நூலின் திருத்திய பதிப்பாகும். இதில் வகைபாட்டிற்குரிய அலகு, இனம் என்று கொள்ளப்பட்டது. இதில் ஒவ்வொரு தாவரத்திற்கும் பேரினப் பெயர், இனப்பெயர், இனப் பெயரின் தொடர்புடைய பெயர், இதைப்பற்றி முன்பு கூறப்பட்ட நூல்கள், கட்டுரைகள், அத் தாவரம் கிடைக்கும் இடம் ஆகியவற்றைப்பற்றிக் கூறுகிறார்.

லின்னயிஸின் தொகுப்பு செயற்கையானது. இதைப் 'பால் தொகுப்பு' என்று கூறுவது பொருத்தமற்றது. ஏனெனில், இத் தொகுப்பு இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் எண்ணியல் உறவு முறைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இத் தொகுப்பு ஒற்றுமைகளைவிட வேற்றுமைகளை ஆதாரமாகக்கொண்டது. எனவே, தொடர்புடைய தாவரங்கள் வேறு வேறான தொகுப்பில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. எனவே, இது செயற்கையானது. லின்னயிஸ் தமது தொகுப்பில் இது பலவீனம் என்று உணர்ந்து, தமது தொகுப்புத் தாவரங்களை இனம் கண்டுகொள்ள அமைக்கப்பட்டது என்று கூறினார்; தமது ஜெனெரா பிளான்டாரம்என்ற நூலின் ஆறாவது பதிப்பில் 58 இயற்கைப் பெருங்குடும்பங்களையும், அவற்றில் சேர்க்கப்பட்டுள்ள பேரினங்களையும் குறிப்பிடுகிறார் ; லின்னயிஸ் படைப்பின் இயற்கைப்பெருங்குடும்பங்களைப்பற்றி அறிந்திருந்தார் எனவும், இயற்கையான வகைபாட்டியல்பற்றிய கருத்துப்பற்றி அவர் முற்றிலும் உணர்ந்திருந்தார் என்றும் கிரீன் (Green, 1909) என்பவர் பல ஆதாரங்களைக் காட்டி விளக்குகிறார். எல்லா இனங்களும் முதலில் சர்வ வல்லமையுள்ள படைப்பவனின் (omnipotent creator) கைகளிலிருந்து தோன்றின. இனங்களின் தொடர்ச்சிப் பாலினப் பெருக்கத்தின்மூலம் நடைபெறுகிறது என்று நம்பினார். இக் கருத்து ஹார்வியின் காலம்வரை நீடித்தது. "லின்னயிஸ் இயற்கை வகைபாட்டியல் தொகுப்பிற்கு இடையூறாக இருக்கவில்லை. ஆனால், அவருக்குப்பின் வந்தவர்கள் அவரது செயற்கைத் தொகுப்பினை முற்றிலும் நன்மை தீமை ஆராயாமல் அப்படியே ஏற்றுக்கொண்டதுதான் இயற்கைத் தொகுப்பிற்குத் தடையாக இருந்தது' என்று கோப்லாண்ட் (Copeland, 1940) என்பவர் கருதுகிறார்.

வகைபாட்டியல் வரலாற்றில் லின்னயிஸின் முக்கியத்துவம், அவர் வெளியிட்ட வெளியீடுகளிலும், ஆய்வுகளிலும் மாத்திர

மின்றி. இவரது மாணவர்களுக்கு அவர் தாவரவியலில் ஊட்டிய ஊக்கத்தினாலும் தெரிய வருகிறது. இவரது மாணவர்களிற்பலர் பல நாடுகளுக்குச் சென்று, பல புதிய தாவரங்களைச் சேகரம் செய்து, தாவரவியலின் வளர்ச்சிக்குப் பெருந்துணை செய்தனர். லின்னயிஸ் ஊக்குவித்த கருத்துதி தொடர்ச்சியைப் பின்பற்றிப் பல மாணவர்கள் ஆராய்ந்து பேரும் புகழும் பெற்றனர்.

பெர் காம் (Pehr Kalm, *1716 - 1779*) இவர் ஸ்வீடன் நாட்டைச் சேர்ந்தவர்; லின்னயிஸின் முக்கியமான மாணவர்களில் ஒருவர். இவர் ஃபின்லாந்து (Finland), உருஷியா (Russia), அமெரிக்கா முதலிய நாடுகளுக்குப் பயணம் செய்து பல தாவரங்களைக் கொண்டு வந்து சேர்த்தார். ஃபிரெடெரிக் ஹாஸ்லெஸல்குய்ஸ்ட் (Frederick Hasselquist, *1722 - 1752*) என்பவர் பாலஸ்தீனம் (Palestine), அரேபியா, ஸிரியா (Syria), எகிப்து முதலிய நாடுகளிலிருந்து தாவரங்களைச் சேகரம் செய்து அனுப்பினார். பெர் ஃபார்ஸ்கால் (Pehr Forskal, *1732 - 1761*) தாவரங்களைச் சேகரிக்கும் முயற்சியில் பெடோனியர்களுக்குப் (Bedovins) பயந்து குடியானவன் போல் வேஷமிட்டுத் தண்டனையிலிருந்து தப்பினார். இவர் 30 புதிய பேரினங்களையும், 100 புதிய இனங்களையும் கண்டு பிடித்தார். தாவரவியலின் முன்னேற்றத்திற்காக ஆற்றிய பணியில், தாவரங்களைச் சேகரம் செய்யும் முயற்சியில், தம் உயிரையே ஈந்த பெருமை ஹாஸ்லெஸல் குயிஸ்டிற்கும், ஃபார்ஸ்காலுக்கும் சேரும்.

லின்னயிஸின் மாணவர்களுள் மிகவும் முக்கியமானவர் கார்ல் பீடர் தன்பெர்க் (Carl Peter Thunberg, *1743-1828*) ஆகும். ஜப்பானியத் துறைமுகங்களில் டச்சுக்காரர்களுக்கு அனுமதி மறுக்கப்பட்டபோது, இவர் கிழக்கிந்தியாக் கம்பெனியில் (East India Company) மருத்துவராக ஊழியம் பார்க்கும் நிமித்தமாக ஜப்பானுக்குச் சென்று, அங்குள்ள தாவரங்களைச் சேகரம் செய்தார்; ஜப்பானுக்குச் செல்லுவதற்குமுன் தென் ஆப்பிரிக்காவின் நன்னம்பிக்கைமுனைப் (Cape of Good Hope) பிரதேசத்தில் 300 புதிய தாவரங்களைச் சேகரம் செய்தார். புதிய தாவரங்களைப் பல நாடுகளிலும் கண்டுபிடிக்க வேண்டும் என்ற முயற்சியில் லின்னயிஸின் ஆறு மாணவர்கள் உயிரிழந்தார்கள். தாவரவியல் வளர்ச்சிக்கு இவர்களைவிடச் சேவை செய்தவர் எவருமிலர். தாவரவியல் படித்துப் பயன்பெறும் ஒவ்வொருவரும், தாவரவியல் வரலாற்றினை ஆயும் ஒவ்வொருவரும் இவர்களை மறக்கமாட்டார்கள். ஏனெனில், இவர்கள் தாவரவியல் வரலாற்றினையே உருவாக்கிய உத்தமர்கள்.

1760ஆம் ஆண்டில் லின்னயிஸின் தொகுப்பு ஹாலந்து, ஜெர்மனி நாடுகளிலும், இங்கிலாந்திலும் புகழ்பெற்று விளங்கியது. அந் நாளில் புகழ் பெற்ற இங்கிலாந்து நாட்டுத் தாவரவியல் அறிஞர்களான டில்லினியஸ் (Dillenius), ஸ்லோன் (Sloane) முதலியவர்கள் லின்னயிஸின் தொகுப்பினைக் கடைப்பிடித்தார்கள்.

லின்னயிஸ் இறந்தபின் அவர் சேகரம் செய்த தாவரங்கள் அவரது மகன் 'கால்' (Carl) வசம் சென்றது. இவரது இறப்பிற்குப் பிறகு இவற்றை ஆங்கில நாட்டுத் தாவரவியல் அறிஞராகிய ஜேம்ஸ் எட்வர்டு ஸ்மித் (James Edward Smith) என்பவர் விலை கொடுத்து வாங்கினார். இவரிடமிருந்து லின்னயிஸின் கழகத்தினரால் வாங்கப்பட்டது.

லின்னயிஸிற்குப் பிறகு ஒரு தலைமுறை வரையிலும் லின்னயிஸின் வகைபாட்டியல் தொகுப்பு விளங்கியது. லின்னயிஸின் வகைபாட்டியல் தொகுப்பு முறைப்படி எழுதப்பட்ட கடைசி நூல் ஸ்பெசிஸ் பிளான்டாரம் என்ற நூலின் நான்காவது பதிப்பாகும். இதன் ஆசிரியராக இருந்தவர் கால் லட்விக் வில்டெனேவ் (Carl Ludwig Willdenow, 1765-1812) என்பவராவர். இவர் பெர்லின் பல்கலைக்கழகத்தில் இயற்கை வரலாற்றுப் பேராசிரியராக இருந்தார்; மற்றும் பெர்லின் தாவரவியல் பூங்காவின் இயக்குநராகவும் இருந்தார். ஐரோப்பிய நாட்டிலிருந்து அமெரிக்காவிற்குக் குடியேறிய தாவரவியல் அறிஞர்களான ஷ்வினிட்ஸ் (Sweinitz), முஹ்லென்பெர்க் (Muhlenberg), பர்ஷ் (Pursh), தாமஸ் வால்டெர் (Thomas Walter) என்பவர்களால் லின்னயிஸின் தொகுப்புப் பயன்படுத்தப்பட்டது. அமஸ் ஈட்டன் (Amos Eaten) என்பவர் 1840ஆம் ஆண்டு வரை லின்னயிஸின் தொகுப்பினைப் பின்பற்றினார்.

காலம் (இ) உருவ ஒற்றுமைகளை ஆதாரமாகக்கொண்ட தொகுப்புகள் (Systems based on Form Relationships) : 18ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் உலகில் உள்ள பல நாடுகளிலிருந்தும் தாவரங்கள் சேகரம் செய்யப்பட்டு, ஐரோப்பாவிற்குக் கொண்டு வரப்பட்டன. இவற்றுள் பெரும்பாலானவை அன்று இருந்த தாவர உலகத்திற்குப் புதியவை. அவற்றை விவரித்து வகைப்படுத்த வேண்டிய அவசியம் ஏற்பட்டது. அப்பொழுது லின்னயிஸின் பால்பகுப்பிற்கும் அப்பாற்பட்டதோர் உறவுமுறை தாவரங்களிடையே இருப்பதை உணர்ந்தார்கள். இக் காலத்தில் உருப்பெருக்கிக் கண்ணாடி வில்லைகள் (magnifying lenses) உருவாக்கப்பட்டதால், தாவரங்களில் உள்ள பால் உறுப்புகளின் மலர் அமைப்பையும் (floral morphology) நன்றாக அறிய முடிந்தது. இதனால் புதிய வகைபாட்டுத் தொகுப்புகள் உருவாக்கப்பட்டு, அவை 'இயற்கை வகை

பாட்டியல் தொகுப்புகள்' (Natural Systems of Classifications) என்று அழைக்கப்பட்டன. பொதுவாகக் காணப்பட்ட பண்பு ஒற்றுமைகளைக்கொண்டு, தாவரங்கள் ஒன்றாக வைத்துக் கருதப் பட்டன. சார்லஸ் டார்வின், ஆல்ஃபிரெட் ரஸ்ஸல் வாலஸ் (Alfred Russel Wallace) ஆகியவர்களது மிகப் பெரிய ஆய்வுக் கட்டுரைகள் இக் காலத்தில் வெளியாகவில்லை.

தாவரங்களின் உண்மையான வரிசையை நிர்ணயிக்க வேண்டும் என்ற ஆவலினால் இயற்கைத் தொகுப்புகள் உருவாக்கப் பட்டன. டோர்னெஃபோர்ட் (Tournefort), ரே (Ray) முதலிய வர்களது தொகுப்பைக்காட்டிலும், தாவரங்களைக் கண்டு பிடிக்கவும், அன்றாடச் செயல் முறையில் சுலபமாக வகைபாடு செய்யவும் இவ்விதமான இயற்கைத் தொகுப்புகள் பயன்படுத்தப் பட்டன. இவை மரபு வழியினதாக இல்லாவிடினும், உலகில் உள்ள தாவரங்கள் பலவும் இத் தொகுப்பின் அடிப்படையில் வகைபாடு செய்யப்பட்டன.

மைக்கேல் ஆடன்சன் (Michael Adanson, 1727-1806) : இவர் பிரான்சு நாட்டில் வாழ்ந்த தாவரவியலறிஞர். இவர் காலத்தில் உலவி வந்த செயற்கைத் தொகுப்புகளையெல்லாம் நிராகரித்து, இக் காலத்து வகைபாட்டியல் தொகுப்புகளில் காணப்படும் பெருங்குடும்பம், குடும்பம் ஆகியவற்றோடு கூடிய வர்ணனைகளைக் கொண்ட இயற்கைத் தொகுப்பினை உருவாக்கினார்.

ஜீன் பி. ஏ. பி. எம். டி லாமார்க் (Jean B.A.P.M. de Lamarck, 1744-1829) : இவர் பிரான்சு நாட்டில் வாழ்ந்த அறிவியலறிஞர். இவரது பரிணாமக்கொள்கை புகழ்பெற்றது. பிரான்சு நாட்டில் கண்ட தாவரங்களை வகைப்படுத்தி ஃபுளோரே ஃபிரான்காய்ஸ் (Flore Francoise) என்ற நூலில் வெளியிட்டார்.

டி ஜுஸ்ஸு (De Jussieu, 1704-1779) : இவர் லின்னயிஸிற்குப் பிறகு தோன்றிய மிகப்பெரிய வகைபாட்டியலறிஞர். இவர் அரிஸ்டாட்டில், டோர்னெஃபோர்ட் உருவாக்கிய தொகுப்புகளைப் பின்பற்றாமலும், லின்னயிஸின் செயற்கைத் தொகுப்பினைப் பின்பற்றாமலும் தனித்ததொரு தொகுப்பினை உருவாக்கினார்; தாவரங்களில் உள்ள வித்திலைகளின் எண்ணிக்கை, அல்லி உள்ளது, இல்லாதது, இணைந்தது, இணையாதது என்ற பண்புகளின் அடிப் படையில் தாவரங்களை வகைபாடு செய்தார். இவரது மருமகனை அன்டாய்ன் லாரெண்ட் டி ஜுஸ்ஸு (Antoine Laurent de Jussieu, 1748-1836) ஒரு வகைபாட்டியல் தொகுப்பினை உருவாக்கினார் ; இவ் வகைபாட்டியல் தொகுப்பின்படி தாவரங்கள் வித்திலை

யற்றவை (acotyledonae), ஒரு வித்திலையுடையவை; இரு வித்திலையுடையவை என்றும், இரு வித்தலையுடையவை, மீண்டும் அல்லியுடையவை (petalae), அல்லியில்லாதவை, (apetalae), ஓரல்லியுடையவை (monopetalae), பல தனி அல்லிகள் உடையவை (polypetalae), டைகிளினே (diclinae) என்ற 5 பிரிவுகளாகப் பிரித்தார். இவர் எழுதிய ஜெனிரா பிளான்டாரம் என்ற நூலில் தாவரங்கள் அனைத்தையும் 15 வகுப்புகளாகவும், அவை ஒவ்வொன்றும் 100 பெருங்குடும்பங்களாகவும் பிரிக்கப்பட்டு ஒவ்வொன்றுக்கும் வர்ணனையும் பெயரும் கொடுத்தார்; இதில் மானோபெடலே (monopetalae) என்ற தொகுதியில் அல்லி இணைந்தவையும் (gamopetalae), டைகிளினஸ் இர்ரெகுலேர்ஸ் (diclines irregulares) என்ற செயற்கையான தொகுப்பில் கோனிஃபெரே (coniferae), அமென்டிஃபெரே (Amentiferae), அர்டிகேசீ (urticaceae), குகர்பிடேசீ (cucurbitaceae), யூஃபோர்பியீ (Euphorbiae) முதலிய குடும்பங்களையும் சேர்த்துக்கொள்ளுகிறார். இவர் வகுத்த வகைபாட்டியல் தொகுப்பில் முதலும் கடைசியும் தவிர, மற்ற வகுப்புகள் யாவும் பூக்கும் தாவரங்களைப்பற்றியே கூறுகிறார். இவர் கூறியவற்றின் வரிசைகளே இன்றுள்ள வகைபாட்டியல்களில் மாற்றப்பட்டுள்ளதே தவிர, இவர் கூறிய வகுப்புகள் யாவும் இன்றுள்ள வகைபாட்டியல் தொகுப்புகளில் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. இதற்குப் பிறகு இவர் தனி விவர நூல்களை (Monographs) எழுத ஆரம்பித்தார். ஐரோப்பாவில் உள்ள மிகப்பெரிய பாரிஸில் உள்ள காட்சிச் சாலையை இவர் ஆரம்பித்து வைத்தார்.

டி கண்டோல் (De Candolle): டி கண்டோல் குடும்பத்தினருள் மூன்று தலைமுறையினர் தாவரவியல் முன்னேற்றத்திற்காகப் பாடுபட்டனர். இக் குடும்பத்தின் முதல் தாவரவியல் அறிஞர் அகஸ்டின் பிரம் டி கண்டோல் (Augustine Pyrame de Candolle) 1778 - 1841) என்பவர். இவர் ஜினிவாவில் பிறந்து, பாரிஸில் டெஸ்ஃபான்டைன்ஸ் (Desfontainis) என்பவரின்கீழ்த் தாவரவியல் பயின்றார். இவரது வாழ்க்கையில் அமைப்பியல், செயலியல், வகைபாட்டியல் என்ற துணையியல்களில் பல ஆய்வுக் கருத்துகளை இவர் வெளியிட்டிருந்தாலும், வகைபாட்டியலில் இவர் ஆற்றிய பணி என்றும் நிலைத்து நிற்கக்கூடியது. இவர் எல்ஹெரிடியர் (L'Heritier) என்பவருக்காக வரைந்த சதைப்பற்றுடைய தாவரங்களுக்கு (succulents) விளக்கவுரை எழுதினார். இப் படங்களை ரிடோட் (Redoute) என்ற புகழ்பெற்ற ஓவியக்கலைஞர் வரைந்தார். லாமார்க் எழுதிய ஃபுளோரி ஃபிரான்காய்ஸ் (Flore Francoise) என்ற நூலைத் திருத்தி வெளியிட்டார்; 1808ஆம் ஆண்டு முதல் 1816ஆம் ஆண்டுவரை, மான்ட்பெல்லியெர் (Montpellier)

என்னுமிடத்தில் தாவரவியல் பேராசிரியராக இருந்தார். இவர் இங்குப் பணியாற்றிக்கொண்டிருக்கும்பொழுது 'தியரி எலிமென்டைர் (Theorie Elementaire) என்ற புகழ் பெற்ற நூலினை வெளியிட்டார். வகைபாட்டியலுக்குச் செயலியலைவிட, உள்ளமைப்பியலை அடிப்படையாகக்கொள்ள வேண்டும் என்ற கருத்தினை இந் நூலின்மூலம் வெளியிட்டார். இவர் வாழ்வின் இறுதி 25 ஆண்டுகளைப் 'புரோடிரோமஸ் சிஸ்டெமேடிஸ் நாச்சுரலிஸ் ரெக்னி வெஜிடபிலிஸ் (Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetablis) என்ற நூலினை உருவாக்கி வெளியிட்டார். அந் நாளில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விதைத் தாவரங்கள் யாவற்றிற்கும் இதில் வகைபாடுகள் செய்திருந்தார். இந் நூல் இவர் வாழ்வின் மகத்தான சாதனை; தாவர அறிவியலுக்கு ஒரு கருவூலம். இந் நூலின் ஏழு பெரும் பகுதிகளை இவரே வெளியிட்டார். இதைத் தொடர்ந்த 10 பெரும்பகுதிகள் இவரது குமாரர் அல்ஃபோன்ஸ் டி கண்டோலின் (Alphonse de Candolle, 1806 - 1893) மேற்பார்வையில் வெளியிடப்பட்டன.

டி கண்டோல் தாம் வாழ்ந்த நாளில் தமக்குள்ள முக்கியத்துவத்தையும், பெருமையையும் உணர்ந்திருந்தார். இவரது ஊக்கம், உழைப்பு, உற்சாகம் முதலியவை இவர் காலத்திய அறிவியலறிஞர்களைவிடச் சிறந்து காணப்பட்டன. இவர் உருவாக்கிய வகைபாட்டியல் தொகுப்பினை இவர் எழுதிய நூல்களில் பயன்படுத்தினர். இத் தொகுப்பு டி ஜுஸ்ஸு உருவாக்கிய தொகுப்பில் திருத்தம் பெற்று அமைத்துக்கொண்டது ஆகும். இத் தொகுப்பில் பரணிகளும் (ferns), இரு வித்திலைத் தாவரங்களும் ஒரு தொகுதியின்கீழ்க் கருதியது ஒரு குறை. இவர் தொகுப்பில் டி ஜுஸ்ஸுவின் தொகுப்பில் உள்ளதைவிட இரு வித்திலைத் தாவரங்கள் பல சிறு தொகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டன. இரு வித்திலைத் தாவரங்கள் அல்லிவட்டம் உள்ளவை, இல்லாதவை என்று இரு பிரிவுகளாகப் பிரித்தார். அல்லிவட்டம் உடையவை, அல்லி இணைந்தவை, இணையாதவை என்று பகுக்கப்பட்டன. இப் பிரிவு மீண்டும் சூல்பை அமைவிடத்தைப் பொறுத்துப் பகுக்கப்பட்டது. டி ஜுஸ்ஸு 100 குடும்பங்களைப் பற்றிக் கூறினர். டி கண்டோல் 161 குடும்பங்களைப்பற்றிக் கூறுகிறார். இவர் புரோடிரோமஸ் என்ற நூலினையும், 100 தனி விவர நூல்களையும் எழுதினர். இவர் டி ஜுஸ்ஸுவின் தொகுப்பினை விரிவாக்கியதால், லின்னயிஸ் வகைபாட்டியலின் பற்றாக் குறையை வெளிப்படுத்தினர்.

18ஆம் நூற்றாண்டின் மையப்பகுதி வரை ஐரோப்பாவில் பல வகைபாட்டியல் தொகுப்புகள் உருவாயின. டி கண்டோல்

காலத்தில் வாழ்ந்த ராபெர்ட் பிரௌன் (Robert Brown, 1773-1838) என்பவர் தனியானதொரு வகைபாட்டியலை உருவாக்கா விடினும், இவரது கண்டுபிடிப்புகள், மலர் அமைப்பியல் வகைபாட்டியல் முன்னேற்றத்திற்குப் பயன்பட்டன. இவர் ஜிம்னோஸ்பெர்ம்கள் என்ற தாவரங்கள், பூக்கும் தாவரங்களினின்றும் மாறுபட்டவை என்று உணர்த்தினார். ஜிம்னோஸ்பெர்ம்களில் உள்ள சூல்கள் உறையில்லாதவை என்றும், பூக்கும் தாவரங்களில் உள்ள சூல்கள் சூல்பையினால் பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளன என்றும் கண்டு பிடித்தார்; இதை ஆதாரமாகக் கொண்டு ஹாஃப்மீஸ்டர், இவ்விரு தொகுதிகளையும் தனியாகப் பிரித்தார். இவர்தான் அஸ்கிலெபியடேசீ (Asclepiadaceae) குடும்பத்தின் மலர் அமைப்பியலையும், மகரந்தச்சேர்க்கைச் செயல் முறையையும் முதன் முதலில் விளக்கினார்; ஆர்க்கிடேசீக் குடும்பத்தைப்பற்றிய விவரங்கள் பலவற்றைப் புதிதாக விளக்கினார். இவர் யூஃபோர்பியேசீக் (Euphorbiaceae) குடும்பத்தின் சயாத்தியம் (cyathium) மஞ்சரியைப் பற்றியும், புற்களில் காணப்படும் ஸ்பைக்லெட் மஞ்சரியையும் (spikelet of grass) விளக்கினார்.

1825ஆம் ஆண்டு முதல் 1845ஆம் ஆண்டு வரையிலான 20 ஆண்டுகளில் 24 வகைபாட்டுத் தொகுப்புகள் உண்டாயின. இவற்றுள் பெரும்பாலானவை முன்னமே அமைந்திருந்த வகைபாட்டியல் தொகுப்புகளைத் திருத்தி அமைத்து உருவாக்கப் பட்டவை. இவற்றுள் எண்ட்லிக்கெர் (Endlicher), பிராங்னியார்ட் (Brongniart), லிண்ட்லி (Lindley) முதலியவர்கள் உருவாக்கிய வகைபாட்டியல்கள் சிறப்புப் பெற்றவை.

எண்ட்லிக்கெர் தாவரங்களைத் தால்லோஃபைட்டுகள் (Thallophytes) என்றும், கார்மோஃபைட்டுகள் (Cormophytes) என்றும் இரு பெரும்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கிறார். தால்லோஃபைட்டுப் பிரிவில் பாசிகள், பூஞ்சைகள், லைக்கன்கள் அடங்கும். கார்மோஃபைட்டுப் பிரிவில் மாஸ்கள், பரணிகள், விதைத் தாவரங்கள் அடங்கும். இவரது வகைபாட்டியல் தொகுப்பு ஒரு காலத்தில் ஐரோப்பா முழுவதும் பயன்படுத்தப்பட்டது; ஆனால் இங்கிலாந்து, அமெரிக்கத் தாவரவியலறிஞர்களால் பயன் படுத்தப்படவில்லை. இவர் எழுதிய ஜெனிரா பிளான்டாரம் என்ற நூலில் 6835 பேரினங்களைப்பற்றிக் கூறுகிறார். இவற்றுள் 6235 தாவரங்கள் சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைத் தாவரங்கள்.

புரோங்னியார்ட் என்பவர் பிரான்சு நாட்டின் தாவரவியலறிஞர். இவர் அல்லி இதழ்களற்றவை (apetalae) என்ற தொகுதியினைத் தனியாகக் கருதாமல், அதில் உள்ள தாவரங்களை

ஒத்த உறவுமுறையுடைய மற்றத் தாவரங்களோடு சேர்க்கிறார். இவர் விதைத்தாவரங்களை ஃபெனிரோகாமே (phanerogamae) என்றும், மற்ற எல்லாத் தாவரத் தொகுதிகளையும் கிரிப்டோகாமே (Cryptogamae) என்ற பிரிவிலும் சேர்க்கிறார்.

ஜான் லிண்ட்லி (John Lindley, 1799-1865) என்பவர் இங்கிலாந்து நாட்டின் அறிவியலறிஞர். இவர் முன்பிருந்த வகைபாட்டியல் தொகுப்புகளைத் திருத்தி அமைத்துக்கொண்டார். முதன்முதலில் இங்கிலாந்து நாட்டில் இயற்றப்பட்ட இயற்கைத் தொகுப்பு என்பதுதான் இதன் சிறப்பு. லின்னேயஸின் வகைபாட்டியல் தொகுப்பிற்குப் பிறகு இவரது வகைபாட்டியல் தொகுப்புதான் இங்கிலாந்து, அமெரிக்கா முதலிய நாடுகளில் பெரும்பாலானவர்களால் பயன்படுத்தப்பட்டது.

பெந்தாமும் ஹூக்கரும் (Bentham and Hooker): இவர்கள் ஜெனிரா பிளான்டாரம் என்ற தலைப்பில் இலத்தீன் மொழியில் 3 பெருந்தொகுதிகளில் உருவாக்கிய வகைபாட்டியலை வெளியிட்டார்கள். ஜியார்ஜ் பெந்தாம் (George Bentham, 1800-1884) என்பவர் இங்கிலாந்து நாட்டின் அறிவியலறிஞர். இவர் லேபியேடே (Labiatae), எரிக்கேசீ (Ericaceae), பாலிமோனியேசீ (Polymoniaceae), ஸ்க்ராஃபுலேரியேசீ (Scrophulariacae), பாலிகோனேசீ (Polygonaceae) முதலிய குடும்பங்களைப்பற்றிய தனி விபர நூல்களை எழுதினார். இவர் ஆஸ்திரேலியா நாட்டின் தாவர வளத்தினை (Flora of Australia) 7 பெரும்பகுதிகளில் வெளியிட்டார்.

சர் ஜோசஃப் டால்டன் ஹூக்கர் (Sir Joseph Dalton Hooker, 1817-1911) என்பவர் சர் வில்லியம் ஜே. ஹூக்கர் (Sir William J. Hooker) என்ற தாவரவியலறிஞரது குமாரர். இவர் புதிய தாவரங்களைக் கண்டுபிடிப்பதிலும், தாவரப் புவியியலிலும் மிகுந்த உற்சாகம் காட்டினார். இவர் 'கியூ' என்னும் இடத்தில் உள்ள அரசுத் தாவரவியல் பூங்காவின் இயக்குநராக இருந்தார். 1857ஆம் ஆண்டில் பெந்தாமும், ஹூக்கரும் சேர்ந்து ஜெனிரா பிளான்டாரத்தை உருவாக்க முடிவு செய்தனர். அன்று தெரிந்த விதைத் தாவரங்களைச் சேர்ந்த பேரினங்களின் வர்ணனைகள் கொடுக்கப்பட்டு, அவற்றை இவர்கள் உருவாக்கிய வகைபாட்டியலின்கீழ் வகுத்தார்கள். 25 ஆண்டுகள் கடுமையாக உழைத்ததன் பயனாக நூலின் ⅔ பகுதியை பெந்தாம் எழுதி முடித்தார்.

டி கண்டோல், பெந்தாமின் தோழர். அதனால் பெந்தாம்-ஹூக்கர் உருவாக்கிய வகைபாட்டியல் தொகுப்பு டி கண்டோலின்

தொகுப்பின் வடிவமைப்பை ஒத்திருந்தது. ஆனால், இவர்கள் கூறிய கருத்துகளும் முடிவுகளும் தன்னிச்சையானவையாக இருந்தன. இவர்கள் இருவரும் ஒவ்வொரு பேரினத்தையும் புதிதாக ஆராய்ந்தனர்; இங்கிலாந்து, ஐரோப்பாக் கண்டத்தில் காணப்பட்ட தாவரங்களை ஆராய்ந்து புதிய வர்ணனைகளையும், குறிப்புகளையும் எடுத்துக்கொண்டனர். ஒவ்வொரு முக்கியமான பேரினமும் பல துணைப்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு, இனம் கண்டு பிடிக்கப்பட்டு, வரையறைகள் வகுக்கப்பட்டுப் பெயர் வைக்கப்பட்டன. இவர்கள் வகுத்த வகைபாட்டியல் வகுப்பிற்கும் (class), பெருங்குடும்பத்திற்கும் (order) இடையேயுள்ள பிரிவிற்குக் கோஹார்ட் (cohort) என்று பெயர் வைத்தனர். கோஹார்ட் (cohort) என்ற சொல் முதன்முதலில் எண்ட்லிக்கரால் உயர் தாவரத் தொகுதியைக் குறிக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டது. இவர்கள் உருவாக்கிய ஜெனிரா பிளான்டாரம் முதலில் ஆங்கிலப் பேரரசு அனைத்திலும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டது; பின்னர் அமெரிக்காவிலும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டது.

இவர்கள் தொகுத்த தொகுப்பும், டி ஜுஸ்ஸுவின் தொகுப்பும் இனங்களின் மாறுத்தன்மையை (immutability of species) ஆதாரமாகக்கொண்டு உருவாக்கப்பட்டவை. இவர்களது தொகுப்பில் தாவரங்கள் உயிரற்ற பொருள்களாகவே கருதப்பட்டன. உதாரணமாக, லின்னயஸின் தொகுப்பில் நான்கு கால்களுடையவை யாவும் ஒன்றாகத் தொகுக்கப்பட்டன. (மேஜை, நாற்காலி) அதுபோல மூன்றுவது காலத்தில் உருவாக்கப்பட்ட வகைபாட்டியல் தொகுப்புகளில் மேஜை நாற்காலி போன்ற ஒரேவிதமான (articles of a kind) பொருள்கள் ஒன்றாகச் சேர்த்து வைக்கப்பட்டன. பெந்தாம்-ஹுக்கரது ஜெனிரா பிளான்டாரத்தின் முதல் பெரும்பகுதி வெளியிடும்பொழுது டார்வினது இனத்தோற்றம், பரிணாமக் கொள்கைகளும் வெளியிடப்பட்டன. இச்சமயத்தில் இவர்கள் வகுத்த வகைபாட்டியலைப் புதிய கருத்துகளுக்கேற்றவாறு மாற்றி அமைக்க விரும்பினார்கள். ஆனால் டார்வினது ஆய்வுகளை ஒப்புக்கொள்ளாத பெந்தாம் இதற்கு இசையவில்லை; ஆனால், ஒப்புக்கொள்ள மறுத்த கருத்தினைச் சரி என்று பிறகு ஒப்புக்கொண்டார். வாலிஸ், டார்வின் கொள்கைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதுடன், வகைபாட்டுத் தொகுப்பின் இக் காலம் முடிவுறுகிறது.

காலம் (ஈ) மரபியல் அடிப்படையில் உருவான தொகுப்புகள்: டார்வின் கருத்துகளைப் பெரும்பாலான அறிவியலறிஞர்கள் ஒப்புக்கொண்டார்கள். இதன் பயனாக டி கண்டோலியன் தொகுப்புகள்

வெகுவாகக் குறை கூறப்பட்டு மறுக்கப்பட்டன. சாக்ஸ் (Sacks) முதன்முதலில் டி கண்டோலியன் தொகுப்பினை மறுத்தார். இவர் 1868 ல் ஒரு புதிய தொகுப்பினை உருவாக்கினார். இதை மற்றவர்கள் ஆதரிக்கவில்லை. இக் காலத்தில் வகுத்த தொகுப்புகள் யாவும் பரிணாமம் மரபியல் கொள்கைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. இப்பொழுதிருக்கும் உயிரினங்கள் பரிணாமச் செயல் முறையினால் (evolutionary process) உருவாக்கப்பட்டவை என்பதை உயிரியலறிஞர்கள் அனைவரும் ஒப்புக்கொண்டனர். இத் தொகுப்புகளில் தாவரங்கள் எளிமையானவை, சிக்கலானவை என்று பிரிக்கப்பட்டன. இவற்றில் தாவரத் தொகுதிகளின் மரபியல் உறவுமுறைகள் நிர்ணயிக்கப்பட்டன. இவ் வழியில் பல மரபியல் தொகுப்புகள் உருவாக்கப்பட்டன. எனினும், உண்மையான மரபியல் வழியிலான தொகுப்பு இன்னும் உருவாக்கப்படவில்லை. எனவே, சாற்றுக்குழாய்த் தாவரங்களின் மரபியல்வழி வகைபாட்டியல் இன்னும் ஆரம்பநிலையில் உள்ளது என்று தெரியவருகிறது. இதற்கு இன்றுள்ள தாவரங்களின் பரிணாமத் தோற்றமும் வளர்முறையும் தெரிய வேண்டுவது அவசியமாகிறது.

ஆகஸ்ட் வில்ஹெல்ம் எய்க்ளர் : (August Wilhelm Eichler, 1839-1887) : 1875ஆம் ஆண்டில் எய்க்ளர் மரபியல் உறவு முறைகளை ஆதாரமாகக்கொண்டு ஒரு வகைபாட்டியல் தொகுப்பினை உருவாக்கினார். எய்க்ளர் பரிணாமக்கருத்தினை ஒப்புக்கொண்டபோதிலும் நவீனக்காலக் கருத்தின்படி இது மரபியல்வழித் தொகுப்பாகாது. 1833ஆம் ஆண்டில் அனைத்துத்தாவரங்களையும் உள்ளடக்கிய ஒருமித்த தொகுப்பினை உருவாக்கினார். இங்கிலாந்து, அமெரிக்க நாட்டுத் தாவரவியலறிஞர்களிடையே டி கண்டோல் தொகுப்பின் ஆதிக்கம் மறைந்து, அவர்கள் இத் தொகுப்பினைப் பயன்படுத்த ஆரம்பித்தனர்.

எய்க்ளர் தாவரங்களைக் கிரிப்டோகாமே என்ற பிரிவில் பாசிகள், பூஞ்சைகள், பிரையோஃபைட்டுகள் (Bryophytes), பரணிகள் முதலியவற்றையும், ஃபனிரோகாமே என்ற பிரிவில் விதைத் தாவரங்களையும் சேர்க்கிறார். கிரிப்டோகாமேப் பிரிவு தால்லோஃபைட்டுகள், பிரையோஃபைட்டுகள், டெரிடோஃபைட்டுகள் என்று மூன்று பெரும்பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டன. இவர் பாசிகளையும் பூஞ்சைகளையும் தனித்தனிப் பகுதிகளாகக் கருதுகிறார்; பாசிகளைச் சயனோஃபைசீ (cyanophyceae), குளோரோஃபைசீ (chlorophyceae), ஃபேயோஃபைசீ (phaeophyceae), ரோடோஃபைசீ (rhodophyceae) என்ற நான்கு பிரிவுகளாகக் கருதுகிறார். பிரையோஃபைட்டுகள், ஹிபாடிஸீ (Hepaticeae), மஸ்ஸீ (Musci) என்ற இரு வகுப்புகளாகவும், டெரிடோஃபைட்டுகள் ஈகுவிசிடினீ

(Equisctineae), லைகோபோடினீ (Lycopodineae), ஃபிலிசினி (Filicineae) என்ற மூன்று வகுப்புகளாகவும் பிரிக்கப்பட்டன. விதைத்தாவரங்கள் ஆன்ஜியோஸ்பெர்மே (Angiospermae) என்ற விதையுறைத் தாவரங்களாகவும், பூக்கும் தாவரங்களாகவும், ஜிம்னோஸ்பெர்ம்களாகவும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. பூக்கும் தாவரங்கள் ஒரு வித்திலை, இரு வித்திலைத் தாவரங்கள் என்ற இரு வகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட்டன. இப்பொழுது சிக்கலான இனப் பெருக்கு அமைப்பு முறையைக்கொண்டவை பரிணாம வளர்முறை யின் உன்னத நிலைகளைக் (peaks) குறிக்கின்றன என்று கருதுகிறார். உதாரணமாக, அல்லி இதழ்களற்ற தாவரங்கள் பரிணாம மட்டத் தில் கீழ்நிலையில் உள்ளவை என்றும், அல்லி இதழ்களுடையவை பரிணாம மட்டத்தில் உயர்நிலையில் உள்ளவை என்றும் கருதப் படுகிறது. டைஃபா (Typha) போன்ற உயர்தாவரங்கள் முன்னோர்களின் அமைப்புகளை இழந்ததனாலோ, குறைக்கப்பட்ட தனாலோ எளிய அமைப்பைப் பெற்றிருக்கலாம் என்று கருதினார்.

அடால்ஃப் எங்ளர் (Adolph Englar, 1844-1930): இவர் உருவாக்கிய வகைபாட்டியல் தொகுப்பு அடிப்படையில் எய்க்ளரது வகைபாட்டியல் தொகுப்பை ஒத்தது. சிற்சில நுணுக்க மான விவரங்களிலும், பெயர் வைப்பு முறையிலும் எய்க்ளரின் வகைபாட்டியலினின்றும் இது மாறுபட்டுள்ளது. எம்பிரையோ ஃபைட்டா ஸைஃபோனோகாமா (Embryophyta Siphonogama) என்று எங்ளரால் அழைக்கப்பட்ட விதைத் தாவரங்களை இவர் ஜிம்னோஸ் பெர்மே (Gymnospermae) என்றும், ஆஞ்ஜியோஸ்பெர்மே (Angiospermae) என்றும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரித்து, ஆஞ்ஜி யோஸ்பெர்மேயினை மீண்டும் ஒரு வித்திலைத் தாவரங்கள் என்றும், இரு வித்திலைத் தாவரங்கள் என்றும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரித்தார். இரு வித்திலைத் தாவரங்கள் தனி அல்லி இதழ் பெற்ற கோரி பெடலேயும் (Choripetalae), அல்லி இதழ்களற்றவையும் (apetalae), ஆர்க்கிகிளேமிடீ (Archichlamydeae) என்ற துணைவகுப்பில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. மெடாகிளேமிடீ (Metachlamydeae) என்ற துணைவகுப்பில் அல்லி இதழ்கள் இணைந்தவை சேர்க்கப்பட் டுள்ளன. ஒவ்வொரு துணைவகுப்பும் பெருங்குடும்பங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு, பெருங்குடும்பங்கள் பல குடும்பங்களாகப் பிரிக் கப்பட்டன. வகைபாட்டுத் தொகுப்பிற்கு அடிப்படையாக எங்ளரும், டியெல்ஸ் (Diels, 1936) என்பவரும் ஒரு தொகுதித் தாவரங்கள் பிறிதொரு தொகுதியிலிருந்து வந்திருக்க வேண்டும் என்று நம்பி அதன் அடிப்படையில் பரிணாம மட்டத்தின் கீழ்நிலையில் உள்ளவை, உயர்நிலையில் உள்ளவை என்று தீர்மானித் தார்கள்.

இவரது வகைபாட்டியல் தொகுப்பிற்குக் கூறப்பட்ட மறுப்புகள் :

1. இவர் ஈருறையுடைய பூக்கள் (dichlamydeous flower) ஒருறையுடைய பூக்களிலிருந்து வந்தன என்று நம்பினார்.

2. பல் சூலக இலைகள் இணைந்த சூலகத்தில் (syncarpous (ovaries) அச்சுச்சூல் அமைவிலிருந்து (axile placentation) சுவர்ச்சூல் அமைவும் (parietal placentation), இதிலிருந்து தனி மையச்சூல் அமைவும் (free central placentation) வந்ததென்றும், பெரும்பாலான ஒருபால் பூக்கள் (unisexual flowers) பரிணும மட்டத்தின் கீழ்நிலையில் உள்ளன என்றும் கருதினார்.

எங்ளரும், பிராண்டிலும் உருவாக்கிய வகைபாட்டியல் தொகுப்பு 20 பெரும்பகுதிகளாக எழுதப்பட்டன. இவ் வகைபாட்டியலின் மூலம் பாசிகள் முதல் விதைத்தாவரங்கள் வரையாக உள்ள தாவரங்கள் அனைத்தையும் இனம் கண்டுகொள்ளலாம். இந் நூல்களில் பல விளக்கப் படங்களையும், தாவரங்களை எளிதில் இனம் கண்டுகொள்ளும் முறைகளையும் காணலாம். 1924ஆம் ஆண்டில் இதே நூல் இன்னும் பல விவரங்களுடனும் விளக்கங்களுடனும் ஜெர்மானிய வகைபாட்டியலறிஞர்களான எங்ளர், எஞ்ஜெல்மேன் (Engelman), டீயெல்ஸ் முதலியவர்களை ஆசிரியர்களாகக் கொண்டு ஆரம்பிக்கப்பட்டது. இதன் மிகச் சமீபத்திய வெளியீடு 1936ஆம் ஆண்டு வெளியிடப்பட்டது.

எங்ளர் ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களை இரு வித்திலைத் தாவரங்களைவிடத் தாழ்நிலையில் உள்ளவை என்றும், ஆர்கிட்டுகள் புற்களை விட உயர்நிலையில் உள்ளன என்றும், இரு வித்திலைத் தாவரங்களில் அமென்டிஃபெரே (Amentiferae) என்ற தொகுதியில் அடங்கிய குடும்பத் தாவரங்களின் இதழ்களற்றபூக்கள் தாழ்நிலையில் உள்ளன என்றும், இவற்றிலிருந்து இதழ்களுடைய பூக்களுடைய தாவரங்கள் உண்டாயின என்றும் கருதினார். இவரது கருத்துகள் அனைத்தையும் இப்பொழுதுள்ள அறிவியலறிஞர்கள் ஏற்றுக்கொள்ளுவதில்லை. எங்ளரது வகைபாட்டியல் பல நாடுகளிலும் பரவியதற்குக் காரணம் இவர் சிறந்த முறையில் பல வெளியீடுகளை வெளியிட்டதுதான் காரணம். மேற்குறித்த நூல்களைத் தவிர, எங்ளரது தலைமையில் பல ஜெர்மானிய அறிவியலறிஞர்கள் பல வகைபாட்டியல் நூல்களை எழுதியுள்ளார்கள்.

ரிச்சர்ட் வான் வெட்ஸ்டீயன் (Richard Von Wettstein, 1862-1931): இவர் ஆஸ்திரியா நாட்டின் தாவரவியல் அறிஞர். 1901ஆம் ஆண்டில் தாவர வகைபாட்டியல் கையேடு (Handbuck

der Systematischen Botanic) என்ற நூலை எழுதினர். இவர் தாவரங்களின் மரபியல் வழியைப்பற்றி மிகவும் நவீனமான கருத்துகளைக் கூறியுள்ளார். இவரது வகைபாட்டியல், அடிப்படையான அமைப்பில் எங்ளரது வகைபாட்டியல் தொகுப்பினை ஒத்தது. ஆனால், இவர் இரு வித்திலைத் தாவரக் குடும்பங்களின் உறவு முறையை, இவர் காலத்தில் கண்டுபிடித்த மரபியல் வழி அறிஞர்கள் கண்டுபிடித்ததிற்கிணங்க மாற்றி அமைத்தார். எனவே, இவரது வகைபாட்டியல் எங்ளரது வகைபாட்டியலைவிடச் சிறந்த மரபியல்வழி வகைபாட்டியலாகும்.

சார்லஸ் ஈ பெஸ்ஸி (Charles E. Bessey, 1845-1915): இவர் புகழ்பெற்ற அறிவியல் அறிஞரான ஆசாகிரேயின் (Asa Gray) மாணவர்; அமெரிக்க நாட்டிலிருந்து வகைபாட்டியலை உருவாக்கிய முதல் அறிஞர். இவர்தான் முதன்முதலில் உண்மையானதொரு மரபியல்வழி வகைபாட்டினை உருவாக்கினர். இவர் எய்க்ளர்-எங்ளர் கோட்பாடுகளை ஒத்துக்கொள்ளவில்லை. வாலிஸ், டார்வின் ஆகிய அறிஞர்களது இனத்தோற்றம், பரிணாமம் என்ற கொள்கைகளினல் இவர் கவரப்பட்டார்; பெந்தாம் - ஹூக்கரது தொகுப்பில் உள்ள தாவரத்தொகுதிகளைப் பரிணாமத் தத்துவங்களுக்கிணங்க மாற்றி அமைத்தார். பெந்தாம்-ஹூக்கர் சொல்லிய கோஹார்ட் (Cohort) என்பதை, பெஸ்ஸி 'ஆர்டர்' (Order) என்றும், பெந்தாம்-ஹூக்கர் கூறிய 'ஆர்டர்' என்பதைப் பெஸ்ஸி 'குடும்பம்' என்றும் மறுபெயரிட்டு அழைக்கிருர்; ஒவ்வொரு தாவரத்தொகுதிக்கும் புதிய பெயரை வைக்கிருர். பல முறை திருத்தம் பெற்ற பிறகு, பெஸ்ஸியின் தொகுப்பு 1915ஆம் ஆண்டில் வெளியிடப்பட்டது.

ஹான்ஸ் ஹாலியர் (Hans Hallier, 1868-1932) பெஸ்ஸியின் மரபு வழித் தத்துவங்களுக்கு இணங்க, இவர் ஒரு மரபுவழித் தொகுப்பினை உருவாக்கினர். இவர் அக் காலத்தில் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தொல் தாவரவியல் (paleobotany), உள்ளமைப்பியல், ஸீராலஜி (serology), தனி உறுப்பு வளர்ச்சி (ontogeny) முதலிய அறிவியற்துறைகளிற்செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளின் முடிவுகளின்படி தாவரத்தொகுதிகளை மரபியல் வழியில் மாற்றி அமைத்துக்கொண்டார். எங்ளர் கூறிய பரிணாம மட்டத்தின் தாழ்நிலையில் உள்ள பூவினை (primitive fllower) இவர் மறுத்து, அதற்குப் பதிலாக பெஸ்ஸி கூறிய ஸ்ட்ரோபிலாய்டு வகைப் பூவினைச் (strobiloid type of flower) சரி என்று கொள்ளுகிருர். இவர் ஒரு வித்திலைத்தாவரத் தொகுதிகளை வகைபாடு செய்தமுறை போற்றுதற்குரியதாக உள்ளது. மிகச் சமீப காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட அறிவியல் முடிவுகள் பெஸ்ஸியின் வகைபாட்டியல்

தொகுப்பிற்குப் பொருந்திய அளவு ஹாலியரது வகைபாட்டியல் தொகுப்பிற்குப் பொருந்தவில்லை.

ஜான் ஹட்சின்சன் (John Hutchinson): இவர் 1884ஆம் ஆண்டில் இங்கிலாந்து நாட்டில் பிறந்தார். இவர் 'கியூ'வில் உள்ள அரசுத் தாவரவியல் பூங்காவில் முன்பு இருந்தார். இவர் பூவுடைத் தாவரங்களின் வகைபாட்டியலைப்பற்றி இரு பெரும் தொகுதிகளில் நூல்களை எழுதி வெளியிட்டார். இவரது நூலுக்கு 'பூக்கும் தாவரங்களின் குடும்பங்கள்' (The Families of Flowering Plants, 1926 - 1934) என்பது பெயர். இவரது வகைபாட்டியல் தொகுப்பு பெந்தாம்-ஹூக்கர், பெஸ்ஸியின் தொகுப்புகளோடு எங்ளரது தொகுப்பைவிட நெருங்கிய ஒற்றுமையுடையது; ஆனால், இவற்றினின்று சில அடிப்படையான அமிசங்களில் வேறுபடுகிறது. 1948ஆம் ஆண்டில் தாம் வகுத்த வகைபாட்டியலுக்குரிய தத்துவங்களை விளக்கினார்.

இவரது தொகுப்பு மிகவும் சமீபத்தில் உருவாக்கப்பட்டது; நுண்ணிய கருத்துகளில் தெளிவு பெற்றது. குறிப்பாக, பூவுடைத் தாவரங்கள் மரபுவழியில் சிறப்பாகத் தொகுக்கப்பட்டன.

மேற்கூறிய வகைபாட்டியல் தொகுப்புகளைத் தவிர, மரபியல் வழியில் மற்றும் பலர் பல தொகுப்புகளை உண்டாக்கினார்கள். அவற்றுள் சிறப்பானவற்றைக் காண்போம் :

ஆல்ஃபிரட் பார்டன் ரெண்டல் (Alfred Barton Rendle, 1865-1938): இவர் பிரிட்டிஷ் இயற்கை வரலாற்றுக்காட்சிச்சாலையின் (British Museum of Natural History) 1906ஆம் ஆண்டிலிருந்து 1930ஆம் ஆண்டு வரை பொறுப்பாளராக இருந்தார். இவர் கிராமினீ (Gramineae), ஆர்க்கிடேசீ, நயாடேசீ (Naiadaceae) போன்ற தாவரங்களைப்பற்றிச் சிறந்த ஆராய்ச்சிகள் நடத்தினார். இவர் பெயர் வைப்புமுறைச் சட்டத்திற்குத் (international nomenclature legislation) தலைமை தாங்கி நடாத்தினார்; பூவுடைத் தாவரங்களின் வகைபாடு (classification of flowering plants) என்ற இரு நூல்களை வெளியிட்டார். இவரது வகைபாட்டியல் தொகுப்பு, அடிப்படையில் எங்ளரின் பிராண்டில் தொகுப்பினை ஒத்தது. இது பயன்படுத்தச் சவுகரியமானது. இரு வித்திலைத் தாவரங்களில் அமென்டிஃபெரஸ் (Amentiferous), அல்லி இதழ்களற்ற குடும்பங்களைக் கீழ்நிலையில் உள்ளனவாகக் கருதுகிறார்; புற்களை லில்லிகளுக்குக் (Lilies) கீழாகவும் வைக்கிறார். ரேனேல்கள் (Ranales), மற்ற இரு வித்திலைத் தாவரங்களுக்குக் கீழ்நிலையில் உள்ளன என்பதை இவர் ஒப்புக்கொள்ளுவதில்லை.

கால் கிருஸ்டியன் மெஸ் (Carl Christian Mez, *1866-1944*) : இவர் ஜெர்மன் நாட்டில் கோனிக்ஸ்பெர்க் பல்கலைக்கழகத்தில் (Koenigsberg University) தாவரவியல் பேராசிரியராக இருந்தார்; தாவரத்தொகுதிகளிடையேயுள்ள உறவு முறைகளை நிர்ணயிக்க, அவற்றின் புரத மாறுபாடுகளின் பகுப்பும் ஆய்வும் பயன்படும் என்று கருதினர். இச் செயலியல் முறைக்கு ஸீரம் அறிமுறை (serum diagnosis) என்று பெயர். இம் முறையில் ஒரு தாவரத்தின் புரதத்தினை விலங்கு ஸீரத்துடன் சேர்த்து அதில் உண்டாகிய எதிர்ப் பொருள்களில் (antibodies) எந்தத் தாவரத்தின் உறவு முறையினைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டுமோ, அந்தத் தாவரத்தின் புரதத்தினைச் சேர்க்க வேண்டும். இவ்வாறு சேர்த்ததில் உண்டாகிய வீழ்படிவின் (prceipitation) அளவினைக் கொண்டு தாவரங்களின் உறவு முறையினை நிர்ணயிக்கலாம். இவ்விதமான சோதனைகளில் வீழ்படிவு குறைவாக இருந்தால் நெருங்கிய உறவு முறையுடையவை என்றும், வீழ்படிவு அதிகமாக இருந்தால் தூர உறவுடையவை என்றும் பொருள்படும்.

ஆஸ்வால்ட் டிப்போ (Oswald Tippo) : இவர் அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் இல்லினய்ப் பல்கலைக்கழகத்தைச் (University of Illinois) சேர்ந்தவர். புதிய தாவர மரபியல் வழியின் துணையியல்களில் ஏற்பட்ட வளர்ச்சிகளுக்கேற்பப் பல தாவரத் தொகுதிகளின் பெயர்களும் வைக்கப்பட்டன. இவர் பல தொகுப்புகளிலிருந்து பல கருத்துகளை எடுத்துப் புதியதொரு வகைபாட்டியல் தொகுப்பினை உருவாக்கினர். சாற்றுக்குழாய்க்கற்றைகளற்ற தாவரங்களின் (non-vascular plants) வகைபாட்டியலை ஸ்மித் (Smith, *1938*) உண்டாக்கினர். *1936*ஆம் ஆண்டில் ஈம்ஸ் (Eames) சாற்றுக்குழாய்க்கற்றையுடைய தாவரங்களை மாற்றி அமைத்து வகைபாடு செய்தார். இவரது வகைபாட்டியல் தொகுப்பு, ஏனையோர்களின் தொகுப்பினைவிடத் தொல்தாவரவியல் கருத்துகளுக்கு முக்கியத்துவம் கொடுத்து உருவாக்கப்பட்ட மரபியல் வழித் தொகுப்பாகும். பெரிய தாவரத் தொகுதிகளின் உறவு முறையினை நிர்ணயிக்க உருவம், கிளைத்தல் முறை (branching), சாற்றுக்குழாய்களின் உள்ளமைப்பு முதலியவற்றை ஆராய்ந்து இயற்கைத் தொகுதியினை உருவாக்குகிறர்.

அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் எங்ளரது தொகுப்புப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஏனெனில், தாவரத்தொகுதி முழுமைக்குமான விளக்கங்கள் அதில் காணப்படுகிறது. மிகவும் சரி என்று சொல்லக்கூடிய மரபு வழியிலான பெஸ்ஸி, ஹட்சின்சன், டிப்போ ஆகியவர்களது தொகுப்புகளின் அமைப்பு முறைகள் மிகவும்

சரியாகக் காணப்படினும், உலகம் முழுவதிலும் உள்ள தாவரங்களுக்கென எந்த ஒரு தொகுப்பும் உருவாக்கப்படவில்லை. உதாரணமாக, டெரடோபைட்டுகளை எடுத்துக்கொண்டால், அதில் அடங்கிய தாவரங்களும் ஒரே மாதிரியானவை அல்ல. அதனால் ஒன்று அல்லது இரண்டு பண்புகளை ஆதாரமாகக் கொண்டு ஒரு தொகுப்பினை உருவாக்க இயலவில்லை. ஜிம்னோஸ்பெர்ம்களுக்கும் பூவுடைத் தாவரங்களுக்கும் தெளிவான எல்லைக் கோடு இருப்பதாகத் தெரியவில்லை. அதே மாதிரியாக ஒரு வித்திலை, இரு வித்திலைத் தாவரங்களுக்குள் தெளிவான வேற்றுமைகள் இல்லை. உண்மையான மரபியல் வழி வகைபாட்டியல் தொகுப்பு வலை போன்றிருக்கும் (reticulate). அதில் தாவரத் தொகுதிகளின் உறவு முறைகள் நேர்க் கோடுகளில் அமைந்திரா.

(3) உயிரி வகைபாட்டியல் அல்லது செயல்முறை வகைபாட்டியல் (Biosystematics or Experimental Taxonomy)

உயிரி வகைபாட்டியல் என்பது ஒரு தனித் தாவரவியல் ஆய்வுத் துறை. இதில் உயிரினக் கூட்டங்கள் (populations) ஆய்விற்கு எடுத்துக்கொள்ளப்படும். இயற்கையான உயிரியல் அலகுகளை (biotic units) வரையறை செய்து, அவற்றைச் செயல் நோக்குடைய மாறுபட்ட தாவரத் தொகுதிகளாக வகைபாடு செய்வதும் உயிரி வகைபாட்டியலின் நோக்கங்களாகும். இதற்காக இயற்கைச் சூழ்நிலைகளிலும், செயற்கைச் சூழ்நிலைகளிலும் வளர்க்கப்பட்ட தாவரங்களின் செல்லியல், மரபியல், அமைப்பியல், தாவரப்புவியியல் (phytogeography), சூழ்நிலையியல், செயலியல்களின் விவரங்களைப் பயன்படுத்த வேண்டுவது அவசியமாகிறது. ஒரு தாவரத் தொகுதி (taxon) பேரினம், இனம், துணையினம் (sub-species) என்ற பிரிவுகளுள் எந்தப் பிரிவில் அடங்கும் என்பதை உயிரி வகைபாட்டியலறிஞன் செயல் நோக்குடன் நிர்ணயிக்க முயற்சி செய்கிறான். முன்மாதிரியான அமைப்பியல், சூழ்நிலையியல், தாவரப்புவியியல் ஆய்வுகளுடன் செல்மரபியல் (cyto-genetics), செல் வகைபாட்டியல் (cyto-taxonomy) ஆய்வுகள் வற்புறுத்தப்படுகின்றன. தாவர உறவு முறையில் உள்ள பிரச்சினைகளைச் சரியாக அறிந்துகொள்ளுவதற்கும், அவற்றைத் தீர்மானம் செய்வதற்கும் செயல் வகைபாட்டியல் உதவுகிறது. ஒரு பிரச்சினையைத் தீர்மானம் செய்வதற்குச் செல்லியல், மரபியல், செயல் முறைகளை ஒன்றாகச் சேர்த்து ஆராய்வது செல் மரபியல் எனப்படும்.

1. தாவரத்தொகுதியின் மாதிரியையும், அதன் உயிரினக் கூட்டத்தையும், முழுவதுமாக உயிரி வகைபாட்டியல் ஆய்வுகள் செய்ய வேண்டும். உயிரினக்கூட்டத்தின் புவியியல் இனங்களுள் (geographic races) பேரினம், இனம் ஆகியவற்றின் குரோமோ சோம்களின் செல்லியல் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட வேண்டும். குன்றல் பகுப்பின்போது (reduction division) குரோமோசோம் எண்ணிக்கை, அமைப்பியல் ஆகியவற்றின் வேறுபாடுகள் வகை பாட்டியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த மரபியல் வேற்றுமைகளைக் காட்டுகின்றன.

2. மாறுபட்ட உயிரினக்கூட்டத்தின் கலப்புயிரிப் பயிர் முறை யின் ஆற்றலை நிர்ணயிப்பது, கலப்புயிரிகளின் வீரியம், வளத்தன்மை ஆகியவற்றையும் ஆராய வேண்டும். இதனால் தொகுதிகளுக் கிடையே வளர்த்தலினால் ஏற்படும் தடைகள் (breeding barriers) இருப்பது இல்லாதது தெரிகிறது. இது தாவரத்தொகுதிகளின் மாறுபட்ட நிலைகளின் இயற்கை எல்லைகளை நிர்ணயிக்கும் வகை பாட்டியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக உள்ளது.

3. கலப்புயிரிகளில் குன்றல் பகுப்பின்போது குரோமோ சோம்களின் ஒத்த தன்மைகளை (homologies) ஆராய வேண்டும். இவை தாவரத்தொகுதிகளின் மரபியல் உறவு முறைகளின் அளவுகளை நிர்ணயிக்கும் காரணிகளாக உள்ளன.

மேலே கண்ட மூன்று விதமான ஆய்வுகளினால் பெற்ற விவரங்களை ஒப்புமை அமைப்பிடல், புவியியல் வியாபகம் (geographical distribution) ஆகியவற்றிலிருந்து பெற்ற விவரங்களுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்க வேண்டும். அமைப்பியல், வியாபகம் இவற்றை மட்டும் கருத்தில் கொண்ட வகைபாட்டியலைவிட இதிலிருந்து பெற்ற வகைபாட்டியல் செயல் நோக்குடையது. ஆனால், இது அறிவியல் துறைகள் அனைத்திலிருந்தும் பெற்ற விவரச் சேர்க்கை யினின்றும் உருவாகிய வகைபாட்டியலைவிடச் சிறந்தது அல்ல.

உயிரி வகைபாட்டியலும் நவீன வகைபாட்டியலும் (Biosystematics and Modern Taxonomy): உயிரி வகைபாட்டியலின் விளக்கங்களும், நோக்கங்களும் மேலே கூறப்பட்டுள்ளதிலிருந்து நவீன வகை பாட்டியலுக்கும் இதற்கும் ஒரே விதமான குறிக்கோள்கள் (goal) உடையவை என்றும், அவை நவீன வகைபாட்டியலிலிருந்து செயல் முறையிலும், வற்புறுத்தும் கருத்துகளிலுமே வேறுபடுகின்றன என்றும் தெரிய வருகிறது. இரண்டும் ஒரே அறிவியல் துறையான வகைபாட்டியலின் அடிப்படையான செயல்முறை மாறுபாடுகள்

என்று அறிகிறோம். இரண்டையும் அணுகும் முறையில்தான் வேறுபாடு உள்ளது.

வகைபாட்டியல் என்பது முதலில் ஒரு வர்ணனை அறிவியலாகவே (descriptive science) இருந்தது. தாவர உலர்பதனத் தாளிலிருந்தோ (herbarium sheet), வளரிடங்களிலிருந்தோ கண்ட தாவரங்களின் அமைப்பியல் பண்புகளிலிருந்து முடிவுகளைச் செய்பவர் வகைபாட்டியலறிஞர் ஆகிறார். இது வர்ணனை வகைபாட்டியல் (descriptive taxonomy) எனப்படும். இதை டர்ரில் (Turril) என்பவர் ஆல்ஃபா வகைபாட்டியல் (alpha taxonomy) என்று கூறுகிறார். வர்ணனை வகைபாட்டியலறிஞரின் பிரதானக் குறிக்கோள் தாவரங்களை அடையாளம் கண்டுகொண்டு, பெயர் வைப்பதாகும். தாவரங்களைப்பற்றிய அறிவு அதிகரிக்க அதிகரிக்க, தாவரங்களை இனம் கண்டுகொள்ள அளவு கருவிகளாக உள்ள சூழ்நிலையியல், தாவரப் புவியியல் (phytogeography) போன்ற காரணிகளும், தாவரங்களை இனம் கண்டுகொள்ள அளவு கருவிகளாக உள்ள அமைப்பியல் பண்புகளோடு தொடர்புடையவை என்பதை வர்ணனை வகைபாட்டியலறிஞர்கள் அவசியம் என்று உணர்ந்துகொண்டனர். 19ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த வகைபாட்டியலறிஞர்கள் யாவரும் வர்ணனை வகைபாட்டியலறிஞர்களே. சமீபகாலத்தில் அமெரிக்க நாட்டைச் சேர்ந்த என். எல். பிரிட்டன் (N. L. Britton), பி. ஏ. ரைடுபெர்க் (P. A. Rydberg), ஜே.கே. ஸ்மால் (J. K. Small), ஈ. எல். கிரீன் (E. L. Greene), மார்கஸ் ஜோன்ஸ் (Marcus Jones), பி. எல். ராபின்சன் (B. L. Robinson) முதலியவர்கள் வர்ணனை வகைபாட்டியலறிஞர்களே. இவர்கள் வகைபாட்டியல் முடிவுகளுக்கு வருவதில் செல்மரபியல் (cytogenetics), செல்வகைபாட்டியல் (cytotaxonomy), ஒப்புமை உள்ளமைப்பியல், கருவியல் (embryology) முதலிய அறிவியற் துறைகளிலிருந்து பெற்ற நேரிடையான சான்றுகளைப் பயன்படுத்த இயலவில்லை.

வர்ணனை வகைபாட்டியலைச் சேர்ந்தவர்களின் எண்ணிக்கை இப்பொழுது குறைந்து வருகிறது. அவர்கள் கையாண்ட வழிமுறைகளின் வரையறையை அவர்கள் உணர்ந்துகொண்டனர். எவ்வளவு அறிவியல் துறைகளிலிருந்து சான்றுகள் பெறமுடியுமோ, அவ்வளவு அறிவியல் துறைகளிலிருந்து பெற்ற தகவல்களின் சேர்க்கையினால் நம்பிக்கையான வகைபாட்டியல் முடிவுகளைச் செய்ய வேண்டும் என்ற ஆர்வமும், உறுதியும், நம்பிக்கையும் கொண்ட பலர் இப்பொழுது உள்ளனர். நவீனகால வகைபாட்டியலறிஞர்கள், கிடைக்கும் பொருத்தமான சான்றுகளையெல்லாம்

பயன்படுத்துகின்றனர். செல்லியல், மரபியல், வெளி உள் அமைப்பியல்கள் போன்ற துறைகளில் நவீனக் கால வகைபாட்டியலறிஞர்களில் சிலர் தேர்ந்தவர்களாக உள்ளனர். மற்றும் சிலர் தேர்ந்தவர் மாதிரிக் காட்டிக்கொள்ளுகின்றனர். அறிஞர்களிற் சிலர் தாங்களாகவே செல்லியல் மரபியல் சோதனைகளை மேற்கொள்ளுகின்றனர்; அல்லது ஏனைய அறிவியலறிஞர்களது ஆய்வுகளை மேற்கோள் காட்டி வகைபாட்டியல் முடிவுகளைச் செய்கின்றனர்; ஏனைய துணையியல்களில் சிறப்பாக ஆராய்ந்த அறிஞர்களின் ஆய்வு முடிவுகளை மேற்கோள் காட்டி வகைபாட்டு முடிவுகளைச் செய்கின்றனர்.

நவீனக்கால வகைபாட்டியலறிஞர் சான்றுகள் அனைத்தையும் படித்தறிந்து முடிவுகளைச் செய்கிறார்; ஆனால், உயிரி வகைபாட்டியலறிஞரோ செல் மரபியல், சூழ்நிலையியல், தாவரப் புவியியல், செயலியல், அமைப்பியல் போன்ற துணையியல்களில் புதிதாக ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொண்டு, சான்றுகளைத் தேர்ந்தெடுத்து முடிவுகளைச் செய்கிறார். ஒரு குறிப்பிட்ட செயல்முறை எல்லைக்குள் அளக்கக்கூடிய ஒரு குறிப்பிட்ட காலவரைறக்குள் நவீனக்கால வகைபாட்டியலறிஞர் சிறந்த முடிவுகளை எடுக்க முயற்சிக்கிறார். உயிரி வகைபாட்டியலறிஞன் முடிவு எடுக்க முயற்சிக்கும் முன்னர், கால எல்லை அல்லது குறிப்பிட்ட தேவையான நடைமுறைச் சான்றுகளைக் கொண்டு திட்டமிடுகிறான். இருவரும் அனைத்து நாடுகளின் சட்டத்திற்கு இயைந்து, வகைபாட்டியல் அலகுகளின் தகுதி வரிசைகளை ஒப்புக்கொள்ளுகின்றனர். குறிப்பிட்ட விளக்கமும், குறிப்பிட்டதொரு சான்றின் வற்புறுத்தலும் இல்லாது, நவீனக்கால வகைபாட்டியலறிஞன் எல்லாத் துணையியல்களிலிருந்தும் சான்றுகளை எடுத்துக்கொள்ளுகிறான். நவீன வகைபாட்டியலறிஞருக்கும் உயிரி வகைபாட்டியலறிஞருக்கும் இடையே நீண்டதொரு வேற்றுமை நிலவுகிறதென்பது பொருளல்ல. இவர்கள் இருவரது குறிக்கோள்களும் ஒன்றே. இருவரும் மற்றவர்களது ஆராய்ச்சி முடிவுகளை மேற்கோள்களாக எடுத்துக் கொள்ளுகிறார்கள். உயிரி வகைபாட்டியலறிஞருடைய முறைகளை, நவீனக்கால வகைபாட்டியலறிஞர்கள் பயன்படுத்துகின்றார்கள்.

உயிரி வகைபாட்டியலறிஞரது வகைபாட்டு அலகுகளைத் தீர்மானம் செய்யும் முறையில் நவீனக்கால வகைபாட்டியலறிஞரைவிடக் குறிக்கோள் மிக்கதாக உள்ளது. தாவரவியலின் துணையியல்களான சூழ்நிலையியல், செல்மரபியல், மரபியல், அமைப்பியல், தாவரப்புவியியல் ஆகியவற்றிலிருந்து பெற்ற ஆய்வு விவரங்களை இணைத்து ஆராய்ந்து, ஒருமித்ததோர் உயிரியல் உறவு

முறையைச் செயல்முறை வகைபாட்டியலறிஞர் பெற முயற்சி செய்கிருர். பொதுவானதொரு குறிக்கோளை அடைவதில் இவ்விரு முறைகளிலும் சில நன்மைகளும், வரம்புகளும் உள்ளன. பழங்கால, நவீன உயிரி வகைபாட்டியல்களில் தனித்தனியே பெற்ற ஆய்வு முடிவுகளும், மற்ற விவரங்களும் பரஸ்பரம் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தன. அவை ஒரு வலிமை பெற்ற கருத்துகளின் ஆதாரத்தோடுகூடிய புதியதொரு வகைபாட்டியலை உருவாக்க உதவுகின்றன.

உயிரி வகைபாட்டியலின் வகைகள் (Biosystematic Categories) : குறிப்பாகப் பேரினங்களுக்கிடையேயும், அதற்குக் கீழேயுள்ள பிரிவுகளுக்கிடையேயும் உள்ள இயற்கையான உறவு முறைகளை நிர்ணயிப்பதுதான் உயிரி வகைபாட்டியலின் முக்கியமான குறிக்கோளாகும். பழங்கால வகைபாட்டியலும் இதே நோக்கத்தைக் கொண்டுதான் செயல்படுகிறது. செயல்முறைகளின்மூலம் ஆய்ந்த தொகுதிகளிடையே வகைபாட்டியலை உருவாக்குவதே உயிரி வகைபாட்டியலறிஞரின் வேலையாகும். இவ்விதம் உருவாக்கிய வகைபாட்டியல் அலகுகள் மற்ற வகைபாட்டியல் வகைகளின் அலகுகளுடன் ஒத்திருக்க வேண்டும் என்பதில்லை. பெயர் வைக்கும் நிலையில் அவற்றிற்கு ஒரு தகுதி இல்லை. உயிரி வகைபாட்டியல் நிலைகளுக்கு ஒற்றை வார்த்தையில் பெயர் வைக்கப்படுகிறது. உயிரி வகைபாட்டியலின் வகைகள் பரிணாம நிலைகளைக் (evolutionary nodes) குறிப்பிடுகின்றன. இப் பரிணாம நிலைகளுக்கிடையே பல தாவரத்தொகுதிகள் உள்ளன. ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தைச் சேர்ந்த தாவரத்தொகுதி பேரினம் என்ற மாறுபாடு அடையும் பரிணாம மட்டத்தினை ஒவ்வோர் உயிரி வகைபாட்டியல் வகையும் குறிக்கும். இத்தகைய அலகுகளின் பெயர்கள், வகைபாட்டியல் இலக்கியத்தில் மேலும் மேலும் அதிகமாகி வருகின்றன. இவற்றை வகைபாட்டியலறிஞர்கள் அறிந்துகொள்ள வேண்டுவது அவசியமாகிறது. ஒரு தாவரத்திற்கோ அல்லது ஒரு தாவரத் தொகுதிக்கோ இத்தகைய பெயர்களை இட வேண்டுமானால், அவ்வகைகளின் நிலைகள் உறுதியாகக் குறிக்கப்பட்டு, நிலைநிறுத்தப்பட வேண்டும். உயிரி வகைபாட்டியலின் நான்கு முக்கியமான வகைகளாகச் சூழ்வகை (ecotype), சூழ் இனம் (ecospecies), கூட்டினம் (cenospecies), கம்பேரியம் (comparium) என்ற நான்கு வகைகளை மரபுவழி உயர்வரிசையில் காணப்படுகின்றன.

சூழ்வகை என்பதுதான் உயிரி வகைபாட்டியலின் ஆதார அலகாக உள்ளது. குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் தக அமைவு உடையதும், மற்றச் சூழ் இனங்களின் சூழ்வகைகளுடனும் சேர்ந்த வள

முடைய கலப்புயிரிகளை உண்டாக்கும் மரபியல் அலகு என்றும் கருதப்படுகிறது. ஓர் இனத்தின் சூழ்வகை மரபியல் தடைகளால் ஒதுக்கப்படுவதில்லை (isolated). அது மாறுபட்ட சூழ்நிலைகளில் வாழ்வதனால் மரபியல் தன்மைகளில் தனித்தன்மை பெற்று விளங்கும். ஓர் இனத்தில் உள்ள ஒரு சூழ்வகை, மற்றொரு சூழ்வகையினின்றும் பல ஜீன்களினால் மாறுபடும். இவ்வித அலகு வகைபாட்டியலறிஞர்களின் புவியியல் வகை அல்லது துணையினத்திற்கு (sub species) இணையாக (parallel) உள்ளது. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சூழ் அலகுகள், குறிப்பாக, அமைப்பியலில் தனித்தன்மை பெறாத, செயலியலில் தனித்தன்மை பெற்ற, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சூழ்வகைகள் இதனுடன் சேர்க்கப்பட்டிருக்கும். சூழ்வகைக்கு இகோடைப் (ecotype) என்ற சொல்லை 1922ஆம் ஆண்டு டரிஸ்ஸன் (Turesson) என்பவர் பயன்படுத்தினார். சூழ்வகை என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட வளரிடத்தில் உள்ள சூழ் இனத்தின் மரபியல் எதிர் விளைவுகளினால் ஏற்பட்ட சூழ்நிலை அலகு என்று டரிஸ்ஸன் கூறுகிறார். சூழ்வகையைப் பின்வருமாறு கிரிகார் (Gregor, 1936) வர்ணிக்கிறார் :

'சூழ்வகை என்பது அமைப்பியல் செயலியல்களால் தனித்தன்மை பெற்றது; பெரும்பாலும் அளவுக்குரிய இயல்புடையது. மற்றச் சூழ்வகை, சூழ் இனங்களுடன் கலக்கக்கூடியதல்ல. சூழ்நிலைத் தடைகளினால் ஜீன் பரிமாற்றம் நடைபெறுவது தடுக்கப்பட்டுள்ளது.'

சூழ் இனங்களில் உள்ள சூழ் வகைகளின் இடைவளத் தன்மையை (interfertility) இயற்கைவாழ் சூழலிலிருந்து பரிசோதனை செய்யும் இடத்திற்குக் கொண்டு வரப்பட்ட தாவரங்களில் செய்த சோதனைகளிலிருந்து அறிந்து உறுதிப்படுத்தலாம்.

உயிரி வகைபாட்டியலறிஞர்கள் சூழ் வகையில் மண்ணியலான (edaphic), காலநிலையான (climatic), உயிரியலான (biotic) சூழ்வகைகள் என்று மூன்று வகைகளாகப் பிரித்துள்ளனர். சில அறிஞர்கள் இவற்றை மண்ணியல், காலநிலை, உயிரியல் இனங்கள் என்று பாகுபாடு செய்துள்ளனர். சூழ்நிலை ஒரு சூழ்வகையை ஆதரிக்கும்போது, சூழ்வகைகள் அவற்றின் சந்ததிகளுக்குப் பாதகமான விளைவு ஏற்படாதவாறு ஜீன் பரிமாற்றம் செய்ய இயலாது.

கூட்டு இனங்களின் உறுப்புகள், தங்கள் சந்ததிகளுக்குப் பாதகமான விளைவு ஏற்படாதவகையில் ஜீன் பரிமாற்றம் செய்யக்கூடிய

வற்றில் பல சூழ்வகைகள் உடையவை சூழ் இனம் எனப்படும் என்று டரிஸ்ஸன் விளக்கம் தருகிறார். உறவுமுறையுடைய சூழ் இனங்கள் முற்றுப்பெறாத மரபியல் தடைகளினுல் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவை சூழ்நிலைத்தடைகளுடன் மற்றச் சூழ் இனங்களுடன் ஜீன் பரிமாற்றம் செய்வதைத் தடுப்பதற்குப் போதுமானதாக உள்ளன. கூட்டினத்தில் உள்ள சூழ் இனங்களிடையே கலவிகள் செய்வித்த பொழுது கிடைத்த கலப்புயிரிகள் குறைவளமுடையனவாகவோ அல்லது F_2 சந்ததியில் நலிவுற்ற வளமுடைய தாவரங்களாகவோ காணப்படும். நலிவுற்றவையில் மெதுவாக வளரும் குட்டைகள் (dwarfs), நோய் எளிதில் ஏற்கும் இனங்கள் முதலியவை அடங்கும். இவை மற்றத் தாவரங்களுடன் போட்டியிட இயலாமையினுல், இனப்பெருக்கம் செய்யத் தவறுகின்றன. அவற்றுள் சில கலப்புயிரிகள் பிரிந்து உயிர் வாழ்வதற்குப் போதுமான வீரியம் பெற்றிருக்கின்றன. இவை இடைக்கலவிகளால் பெற்றோர் சூழ் இனங்களாக்கப்படுகின்றன. தொடர்புடைய சூழ் இனங்கள் மாறுபட்ட, ஆனுல் தொடர்ச்சியான சூழ்நிலை, புவியியல் பிரதேசங்களில் அவற்றின் மரபியல் தராதரத்தன்மையினைப் பாதுகாக்கும்படி வளர்ந்துள்ளன. பொதுவாக, சூழ் இனங்கள் என்பவை வழக்கமாக உள்ள வகைபாட்டியல் இனங்களுக்குச் சமமாக உள்ளன.

அமைப்பியல், செல்லியல், செயல்முறை உண்மைகளின் பொதுவான பரிணுமத்தோற்றமுடைய ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட சூழ் இனங்களுடைய தாவரத்தொகுதிக்குக் கூட்டு இனம் என்று பெயர். ஓரே கம்பேரியத்தில் உள்ள கூட்டு இனங்கள் மரபியல் தடைகளினுல் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஆம்ஃபிடிப்ளாய்டி (amphidiploidy) ஏற்படாவிடில், இவற்றினிடையே ஏற்படும் கலப்புயிரிகள் வளமற்றவையாக உள்ளன. இந்தக் காரணத்திற்காக மரபியல் கலப்பில்லாமல் ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் குறிப்பிட்ட கூட்டு இனங்கள் உள்ளன. கூட்டு இனங்கள் என்பவை பெரும்பாலும் பேரினத்தின் வகைபாட்டுத் துணைப்பிரிவுகளுக்கு இணையாக உள்ளன. கூட்டு இனங்கள் என்ற மரபியல் அலகுகளைக் கண்டுபிடிக்க, F_1 சந்ததிகளின் வளத்தன்மையை நிர்ணயிக்கக்கூடிய மரபியல் பரிசோதனையின் அடிப்படையில் அமைந்திருக்க வேண்டும்.

கம்பேரியம் என்ற உயிரிவகைபாட்டியல் அலகு பேரினத்திற்குச் சமமானது. இதில் ஒன்றும், அதற்கு மேற்பட்ட இடைக்கலவிகள் நிகழ்த்தும் பல கூட்டு இனங்களுடன் சேர்ந்துள்ளன. இரு தனிப்பட்ட கம்பேரியாக்களுக்கிடையே கலவிகள் நிகழாமல்

பொருந்தாத் தன்மை நிலவுகிறது. பழமை வகைபாட்டியல றிஞர்கள் பேரினம் என்பதில் பல தாவரத்தொகுதிகளைச் சேர்த்து மதிப்பிடுகிறார்கள். (உ-ம். லெகுமினோசீ) சில குடும்பங்கள் முன்பே ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட வழக்கமான பேரினங்கள் கம்பேரியாக் களுக்கும், கூட்டு இனங்களுக்கும் சரிசமமானவை அல்ல. (உ-ம்.) கிராஸ்ஸுலேசி (crassulaceae), ஆர்க்கிடேசீ, குருஸிஃபெரே (cruciferae).

உயிரி வகைபாட்டியல் வகைகளையும், கருத்துகளையும்பற்றி ஆராயும்போது, மரபுவகை (genotype), உயிரிவகை (biotype), தோற்றவகை (phenotype) என்ற மரபியல் சொற்களைக் கையாளு தல் அவசியமாகிறது. இதைப்பற்றி ஸ்டெப்பின்ஸ் (Stebbins) என் பவர் பின் வருமாறு கூறுகிறார் :

'ஒவ்வோர் உயிரினத்திற்கும் ஒரு மரபு வகையும் தோற்ற வகையும் உண்டு. ஓர் உயிரினத்தின் ஜீன்களின் கூட்டுத்தொகை ஜீனோடைப் எனப்படும். இரண்டு முற்றிலும் ஒரே மாதிரியாக உள்ள இரு உயிரினங்களைக் கலந்து உண்டாக்கப்பெற்ற உயிரினங்க ளின் மரபியல் வகை, அவற்றின் பெற்றோர்கள் எவ்வித மாறுபாடு களோடு இருந்தாலும், ஒரே மாதிரியாக இருக்கும். ஓர் உயிரினக் கூட்டத்தில் அல்லது இனங்களுள், வகைகளுக்குள் உண்டாகும் மாறுபட்ட தன்மையின் அளவிற்குத் தகுந்தமாதிரிச் சந்ததியின் மரபியல் வகை அதிகமாகவோ, குறைவாகவோ மாறுதல் அடையும். இம் மாதிரியான மரபியல் வகைகள் இருப்பதும், இவற்றிற்கு இடையே உள்ள மாறுபாடுகளின் இயல்புகளும் உயிரி வகைபாட்டியலுக்கு அடிப்படையான முக்கியத்துவம் வாய்ந் தவை.' மரபியல் வகைக்கும், உயிரியல் வகைக்கும் உள்ள வேற்றுமையை ஸ்டெப்பின்ஸ் என்பவர் பின் வருமாறு விளக்கு கிறார் :

ஒரே மரபியல் வகைகளைக்கொண்ட உயிரினங்கள் மரபியல் வகை கொண்டுள்ளது. அயல் கருவுறுதலுடைய உயிரினங்களில் உயிர்வகை என்பதில் ஒரே ஓர் உயிரினந்தான் உள்ளது. தற்கரு வுறுதலுடைய தாவரங்களில் ஒத்த பண்புடையவையாகி, தற்கலவி முறையினால் ஒரே மரபு வகையில் பல உயிரினச் சந்ததிகளைத் தோற்றுவிக்க முடியும். அதனால் இவை யாவும் ஒரே உயிரி வகை யைச் சேர்ந்தவை.

தோற்றவகை என்பது உயிரினத்தின் தோற்றம் அல்லது உருவத்தைக் குறிக்கும். இது வெளிக்காரணிகளும் மரபுவகையும்

ஒன்று சேர்ந்ததன் விளைவாக ஏற்பட்டதாகும் எனவே, ஒரே மரபு வகையில் உள்ள இரு உயிரினங்கள் இரண்டும் இருவிதமான சூழ்நிலைகளில் வளர்க்கப்பட்டால், மாறுபாடான தோற்றங்களை, தோற்றவகைகளைப் பெற்றிருக்கும். ஒரே தோற்றவகையான இரு தாவரங்களுக்கு மாறுபட்ட மரபுவகை அமைந்திருக்கலாம்.

செயல் முறை வகைபாட்டியல் முறைகள் (Methods of Experimental Taxonomy): உயிரினத்தொகுதி மேலே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள உயிரி வகைபாட்டியலின் எந்த வகையினைச் சேர்ந்தது என்பதற்குச் செய்யப்படும் செயல்முறை ஆய்வுகளே செயல்முறை வகைபாட்டியலில் அடங்கியுள்ளன. முறைகள் அனைத்தையும் பயன்படுத்தி நம் பிக்கைக்குரிய சான்றுகளையும், முடிவுகளையும் பெறலாம். வழக்கமான வகைபாட்டியல் முறைகள், செல்லியல், மரபியல் ஆய்வுகளும், மாறுபட்ட சூழல்களிலும், ஒரே மாதிரியான சூழல்களிலும் தாவரங்களைப் பயிர் செய்து அறிந்த ஆய்வு முடிவுகளையும் பரிசீலனைக்கு ஆதாரமாக எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். ஒரு பேரினத்தின்கீழுள்ள பல வகைபாட்டியல் நிலைகளையும், ஒரே மாதிரியான மாறுபட்ட சூழ்நிலைகளில் ஈடுபடுத்தி ஆராய வேண்டும். இவ்வகையில் ஆராய்ந்த அறிஞர்களின் பெயர்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன :

(உ.ம்.) அலெக்ஸி ஜோர்டன் (Alexis Jordon), கெர்னர் வான் மாரிலான் (Kerner Von Marilaun), பான்னியர் (Bonnier), டரிஸ்ஸன், ஹால் (Hall), கிரிகார் (Gregor), கிளாசன் (Clausen), மார்ஸ்டென்-ஜோன்ஸ் (Marsden-Jones), டர்ரில் (Turril), பாப்காக் (Babcock) முதலியவர்கள்.

பாரம்பரியத்தில் தோன்றும் மாறுபாடுகளைத் தாவரத்தை ஒரேமாதிரியான சூழ்நிலையில் வளர்ப்பதிலிருந்து அறிந்துகொள்ளலாம். மாறுபட்ட சூழ்நிலைகளிலிருந்து இனங்கள், துணை இனங்கள் என்ற ஒரே மாதிரியான உயிரினக் கூட்டத்தின் வகைபாட்டியல் வகைகளை ஆய்விற்காகத் தேர்ந்தெடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். இவற்றை ஒரே மாதிரியான தெரிந்த சூழ்நிலைக் காரணிகள் அமைந்த, நம் விருப்பப்படி மாற்றியமைத்துக் கொள்ளக்கூடிய விதத்தில் பயிரிட வேண்டும். இதனால் ஒரே சூழ்நிலையில் மாறுபாடான பாரம்பரியத் தன்மைகளையுடைய தாவரங்களின் பண்புகளை அறிந்துகொள்ளலாம். இதிலிருந்து பாரம்பரிய வேறுபாட்டிற்கும் (hereditary variation), சூழ்நிலை மாறுபாட்டிற்கும் (environmental modification) இடையேயுள்ள வேற்றுமைகளை அறிந்துகொள்ளலாம்.

பாரம்பரியத்திற்கும், சூழ்நிலைக்கும் இடையேயுள்ள ஆதிக்கங்களை நிர்ணயிக்க வேறுபாடான தெரிந்த சூழ்நிலைகளில் தாவரங்களை வளர்த்து ஆராய்வது அவசியமாகிறது. இதற்குத் தாவரத்தின் பல பகுதிகளையும், பல மாறுபட்ட சூழ்நிலைகளில் வளர்க்கச் செய்ய வேண்டும். தனிப்பட்ட தாவரம், வகைகள் (races), இனங்களின் சூழ்நிலைச் சகிப்புத் தன்மைகளை (environmental tolerances) நிர்ணயிக்க இச் சோதனைகள் உதவி செய்கின்றன.

செல் மரபியல் பகுப்புகள் கீழ்க்காணும் மூன்று வகையான முறைகளைக் கொண்டுள்ளன :

(a) இனங்களுக்கிடையேயுள்ள குரோமோசோம் மாறுதலுக்கும், வெளி அமைப்பியல் புவியியல் மாறுபாடுகளுக்கும் இடையே உள்ள சாத்தியக் கூறுகளை வற்றைத் தொடர்புபடுத்துவதற்காக எவ்வளவு முடியுமோ, அவ்வளவு தாவரக் கூட்டங்களில் செல்லியல் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட வேண்டும்.

(b) தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட தாவரங்களைக் கலக்கச் செய்து, அவற்றிலிருந்து பெற்ற F_1 சந்ததிகளின் வளத்தன்மையினையும், F_2 சந்ததியின் வளத்தன்மை வீரியத்தையும், தொடர்புடைய சூழ் வகை, சூழ் இனங்களின் மரபு வகைகளைப்பற்றியும் ஆராய்வது அவசியமாகிறது.

(c) கலப்புயிரிகளில் குரோமோசோம்கள் ஜோடியாவது பற்றிய ஆய்வுகளின்மூலம் இயற்கை அலகுகளில் உள்ள குரோமோசோம்களின் ஒற்றுமையைப்பற்றி ஆராய வேண்டும்.

உயிரி வகைபாட்டியலில் ஆய்வதற்கு வளமிலாத் தன்மை உள்ளது, இல்லாததுபற்றிய கலவி அட்டவணையைச் சோதனை செய்ய வேண்டும். இத்தகைய தடைகளைப் பெற்றுள்ளதாகச் சந்தேகப்பட்ட தாவரத் தொகுதிகளையும், F_1, F_2 சந்ததிகளின் இத்தடைகள் முழுவதும் இல்லாத தாவரங்களிலும், புள்ளியல் முறைப்படி அவற்றின் வீரியத்தையும், வளத்தன்மைபற்றியும் ஆராய்ந்தறிவதற்குக் கலவிச் சோதனைகள் மேற்கொள்ளப்பட வேண்டும். ஒரே மாதிரியான பண்புகளை எவ்வாறு பெற்றுள்ளன என்ற மரபியல் செயல்முறையினைத் (genetic mechanism) தீர்மானம் செய்யவும், நெருங்கிய உறவுமுறையுடைய உயிரினக்கூட்டத்தில் இத்தகைய சோதனைகள் செய்யப்பட வேண்டும். கலவிச் சோதனைகள், சூழ்நிலையியல், புவியியல் புறக்கோடியான தாவரங்களிலும் செய்து, அத்தகைய புறக்கோடியான பண்புகள்

மரபியல் தடைகளால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளனவா என்றும் ஆராய்ந்தறிய வேண்டும்.

மேற்சொல்லிய ஆய்வு முறைகள் அனைத்திலும் முழுமையான மிகவும் சரியான குறிப்புகள் வைத்திருப்பது அவசியம். செல் மரபியல், சூழ்நிலை விவரங்களோடு ஆராயும் தாவரங்களின் புகைப் படங்களும் (photographs), உலர்பதனத் தாவரங்களும் தேவையாய் உள்ளன. பிற்காலத்தில் மீண்டும் ஆய்வதற்கும் சரிபார்க்கவும் செல்லியல் ஆய்விற்கும் உலர்பதனத் தாவரங்கள் தேவைப்படுகின்றன.

வகைபாட்டியல் ஆய்வு விளக்கத்தின் முக்கியத்துவம் (Importance of Taxonomic Research and Interpretation): பேரினத்திற்குக் கீழேயுள்ள வகைகளை வரையறை செய்ய உதவுகிறது (Aid in delimit taxa of infrageneric categories).

பேரின மரபுவழியினை (generic phylogeny) நிர்ணயிக்கச் செல் மரபியல், செல் வகைபாட்டியல் ஆய்வுகள் மேலும் மேலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு பெரிய பேரினத்தின்கீழ் உள்ள இனங்களின் உறவுமுறைகளை நிர்ணயிப்பதில் வகைபாட்டியலறிஞர்கள் மாறுபட்ட கருத்துடையவர்களாயுள்ளனர். பல பல்லுருக் கொண்ட இனங்கள் (polymorphic species) ஒன்று சேர்ந்து பேரினம் உண்டாகியது எனச் சிலர் கருதுகிறார்கள். இனம் என்பதில் படிமுறையான மாறுதல்களைப் பெற்ற (intergrading variants) பல இனங்களுடையது என்றும், அதில் பல பிரிவுகளும் (sections), துணைப்பிரிவுகளும் (sub-sections) உள்ளன என்றும் கருதுகிறார்கள்; தனித்துப் பிரிந்த பல பேரினங்கள் (segregate genera) ஒன்றாகச் சேர்ந்தது ஒரு பேரினம் என்றும் கருதுகிறார்கள். இத்தகைய பண்புகளுடைய பேரினம் பல இடங்களில் பரவியுள்ளது. ஒரே பேரினத்தைப்பற்றி ஆராயும் பல வகைபாட்டியலறிஞர்களின் மாறுபட்ட கருத்துகளுக்குச் செல்மரபியல், செல் வகைபாட்டியல் ஆய்வுகளைப் பயன்படுத்தித் தெளிவு பெறலாம்.

உதாரணமாக, நிகோடியானா (Nicotiana) என்ற 60 இனங்களுடைய பேரினம் குட் ஸ்பீடு (Good Speed) என்பவராலும், மற்றவர்களாலும் ஆராயப்பட்டது. இவற்றின் வியாபக அமைப்பு (distributional pattern), அமைப்பியல் மாறுபாடுகள், குரோமோசோம் எண்ணிக்கை (chromosome counts) சோதனை வளர்த்தலில் காணும் பண்புகள் ஆகியவற்றைப்பற்றி ஆராய்ந்ததில், இப் பேரினத்தில் 3 இயல்பான துணைப்பேரினங்களும்

(natural sub-genera), மற்றும் 11 பிரிவுகளும் இருப்பதாகக் கண்டு பிடித்துள்ளனர். இம் மரபியல்தொகுதிகள் குறிப்பிட்ட அமைப்பியல், வியாபக, செல்லியல் பண்புகளினால் பொதுவாக இருந்ததனால், தனித்தொகுதிகளின் மரபியல் உறவு முறைகள் நெருக்கமாக உள்ளனவென்றும், இத் தொகுதிகளை ஒன்றிலிருந்து மற்றதை எளிதில் பிரித்தறியலாம் என்றும் தெரிகிறது.

இதே போன்ற ஆய்வுகளை ஓனோதீராவில் கிளீலேண்டும் (Cleland), கிரிபிஸிஸ் (Crepis), பாப்காக் ஜென்கின்ஸ் (Bobcok and Jenkins) முதலியவர்களும், குருஸிஃபெரேக் குடும்பத்தில் மான்டன் (Monton) என்பவரும், சென் (Senn) என்பவர் லெகுமினோசீக் குடும்பத்திலும் மேற்கொண்டனர். இத்தகைய ஆய்வுகளினால் ஒரு குறிப்பிட்ட பேரினத்தின் தோற்றம், பரிணாமப் போக்குகள், அதில் அடங்கிய தாவரத்தொகுதிகளின் பரிணாம மட்டத்தில் உயர்ந்தவை, தாழ்ந்தவை, இனங்களின் இயற்கை உறவு முறைகளை எவ்வாறு செய்யலாம் என்பதையெல்லாம் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

இன வரையறைக்கு உதவுவது (Aid in Delimiting Species): 'இனம் உயிரியல் அலகு' என்ற உண்மையினை உணர்ந்துகொள்ள வகைபாட்டியல் ஆராய்ச்சியாளர்களிடையே புதிய உற்சாகத்தையும், ஊக்கத்தையும் இத்தகைய உயிரி வகைபாட்டியல் ஆராய்ச்சிகளும் ஆய்வு விவரங்களும் உண்டாக்கின. உயிரி வகைபாட்டியல் ஆய்வுகள் கடந்த 25 ஆண்டுகளாக நடைபெற்று வருகின்றன. வகைபாட்டியலறிஞர் இதன் முடிவுகளை ஒரு மனதாக ஏற்றுக் கொள்ளாவிடினும் ஆய்வுகளின் முக்கியத்தை உணருகின்றனர்.

உயிரி வகைபாட்டியலறிஞன் உண்டாக்கிய சூழ் இனம் கலவிகள் நிகழ்த்தக்கூடிய இனப்பெருக்கு ஒதுக்கீட்டையுடைய தாவரத்தொகுதிகளைக்கொண்டது. முதலில் இது மரபியல் ஒப்பளவில் வரையறுக்கப்பட்ட ஓர் அலகு. இரண்டாவது சூழ்நிலை, அமைப்பியல் சான்றுகள் என்ற ஒப்பளவில் வரையறை செய்யப்பட்டது.

இனத்தையும் அதற்குக் கீழான வகைபாட்டு அலகுகளையும் வரையறை செய்யப் பயன்படுத்தக்கூடிய செயல் முறைகளை உயிர் வகைபாட்டியலறிஞன் மிகவும் முக்கியமானதாகக் கருதுகிறான். இனங்கள் உயிரியல் அலகுகள் என்ற மரபியல் கருத்தினை ஏற்றுக்கொள்ளும் தாவரவியலறிஞர்களுக்கு மேற்கூறிய உயிரி வகைபாட்டியலறிஞர்களின் செயல்முறைகளுக்கு மிகவும் முக்கியமானவை, அவசியமானவையாக உள்ளன. இதே விதமான

செயல் முறைகள்தாம் சூழ் வகைகளுக்கும், சூழ் இனங்களுக்கும் மாறுபாடுகளை அறிய உதவுகின்றன. இதே சமயத்தில் கலப்புபிரித் தாவரத்தொகுதிகளின் கீழ்நிலையிலான வகைபாட்டியல் அலகுகளை நிர்ணயிக்க மேற்கூறிய செயல் முறைகள் உதவுகின்றன. உயிரி வகைபாட்டியலை அணுகும் முறைகள் மரபு வழியிலான பிரச்சினைகளைத் தீர்க்க உதவுகின்றன. இதற்கு வளத்தன்மை, வளமிலாத் தன்மையைவிட நெருங்கிய உறவு முறையைக் காட்டும் அறி குறியாக உள்ளதென்பது என்ற அறிவு பயன்படுத்தப்படுகிறது. வ்வறிவு மரபு வழிகளின் நெகிழ்த்தன்மை அளவுகளையும் (degree of plasticity of genotypes), பண்புகளின் நிலைத்த தன்மையினையும், தொடர்பினையும், வளமிலாத் தன்மைத் தடைகளின் இயல் பினையும், பண்புகளின் மதிப்பீடுகளையும், கலப்புபிரிகளை அறிந்து கொள்ளுவதற்கும், இனங்களின் மரபு வழியினை அறிந்துகொள்ளு வதற்கும் பயன்படுகின்றது என்று டர்லில் (1940) கூறுகிறார்.

உறவு முறைகளைத் தீர்மானிப்பதில் உதவுவது (Aid in Determining Relationships) : பெரும்பாலான உயிரி வகைபாட்டியல் ஆய்வுகள் கூட்டினங்களுக்கும் அவற்றிற்குக் கீழுள்ள அலகுகளுக்கும், மேலேயுள்ள அலகுகளுக்கும் உதவும்படியாக உள்ளது. ஒரு கம் பேரியத்தில் உள்ள உறுப்பினர்கள் தமக்குள் அதிகப்படியாக மற்றக் கம்பேரியாக்களைவிட அதிக உறவு முறையுள்ளன. இவ்விதமான உறவு முறையை ஆராய்ந்து, உயிரி வகைபாட்டியலறிஞர் பலவாறாக விளக்கம் கூறப்பட்டுப் பல பேரினங்களை வரையறுத் தனர். பரிணமத்தில் முன் முதிரும் கரு எண்டோஸ்பெர்ம் குறுக் கீட்டு இடைக்கலவையினால் மரபு வழியிலான ஒரு பேரினம் பல பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது என்பது உணரப்பட்டது. இச் சமயங்களில் கம்பேரியம் என்பது பேரினத்திற்கு இணையானது அல்ல. இக் காரணத்திற்காக லெகுமினோசி போன்ற குடும்பத்தில் பேரினங்களுக்கிடையே உள்ள எல்லைகளை நிர்ணயிப்பதில் கலவி ஒப்பளவு கருவி எந்த விதமான உதவியும் செய்ய முடியாது. கிராமினீ (Gramineae), ஆர்க்கிடேசி, பாலிபோடியேசி (polypodiaceae), ரோஸேசி போன்றவற்றில் உள்ள ஒப்புக்கொள்ளப் பட்ட பேரினங்கள் வளமிலாத் தன்மைத் தடைகள் இல்லாம லிருப்பது அவற்றிற்கிடையேயுள்ள நெருங்கிய பரிணம உறவு முறையைக் காட்டுகிறது. பாலிகோனேசி (Polygonaceae), ஐஸாயேசி (Aizoaceae), பாமே (Palmae), வைடேசி (Vitaceae), பிக்னோனியேசி (Bignoniaceae) போன்ற குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பேரினங்களில் செல் மரபியல் விவரங்கள் இன்னும் கிடைக்கப் பெறவில்லை. ஆதலால், இவற்றில் உள்ள பேரினங்களை உயிரி வகை பாட்டியலின்படி வரையறை செய்வதற்கு முன் இத்தகைய விவரங்களை அறிந்துகொள்ளுதல் அவசியம்.

செல் மரபியல் ஒப்பளவுகளின் வரையறை (Limitations of Cytogenetic Criteria): அனைத்து நாடுகளின் சட்டத்திற்கிணங்கப் பேரினம் இனம், துணை இனம் என்ற தாவரத்தொகுதிகளுக்கு இணையாக உயிரி வகைபாட்டியலில் உள்ள சூழ்வகை, சூழ் இனம், கூட்டு இனம், கம்பேரியாக்கள் என்பவை உயிரியலிலோ, வகைபாட்டியலிலோ இணையாக மாட்டா. உயிரி வகைபாட்டியலறிஞருக்கு ஒரு தாவரத்தொகுதியைப்பற்றிய செல் மரபியல் சான்றுகளை அறிய நீண்ட நாள்கள் தேவைப்படுகின்றன. அதற்குப் பிறகுதான் அவர் அத் தாவரத்தொகுதியை வகைபாடு செய்ய வேண்டும். முடிவுகளின் தன்மையினை இது கட்டுப்பாடு செய்யும். இவ்விதமான கட்டுப்பாடுதான் உயிரினங்களையும், உயிரினக் கூட்டத்தையும் மரபுவழி வகைபாடு செய்வதை நிர்ணயிப்பதில் மிகவும் பயன்படுவதாக உள்ளது. இவ்விதமான காலக்காரணிக் கட்டுப்பாட்டினால் (time factor limitation) உயிரி வகைபாட்டியலும், நவீன வகைபாட்டியலும் ஒன்றுக்கொன்று தவிர்க்க முடியாத அளவிற்குத் தொடர்புடையனவாக உள்ளன.

வகைபாட்டியலறிஞரின் இனம் கண்டுபிடித்துப் பெயர் வைக்கும் முறையை உயிரி வகைபாட்டியலறிஞர் சார்ந்திருக்கிறார், ஒவ்வோர் உயிரினமும் எந்த உயிரியல் தொகுதியைச் சேர்ந்தது என்பதை நிர்ணயிப்பதில் உயிரி வகைபாட்டியலறிஞரைப் பழைய வகைபாட்டியலறிஞர் நம்பியுள்ளார். ஒவ்வோர் உயிரினமும் எத்தகைய வகைபாட்டுத்தொகுதியில் சேர்க்கப்பட வேண்டும் என்பதை ஒவ்வொருவரும் தீர்மானித்துக்கொள்ள வேண்டும். உதாரணமாக, இப்பொழுதுள்ள அறிவியல் விவரங்களின்படி வெப்ப மண்டல ஆர்க்கிடேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கேட்லியா (Cattleya), பிராஸ்ஸாவோலா (Brassavola), லீலியா (Laelia) போன்ற பேரினங்களை வகைபாட்டியலில் தகுதியுள்ள பேரினங்கள் என்று ஒப்புக்கொள்ளுகின்றனர். இருந்தபோதிலும், இவற்றின் சில அல்லது பல இனங்கள் அனைத்திலும் மரபியல் தடைகள் இருப்பதில்லை ஏதாவதொரு நவீனக்கால வகைபாட்டியலறிஞர் இந்த 3 பேரினங்களையும் ஒன்று சேர்த்து, ஒரே பேரினமாகக் கருதலாம். ஆனால், உயிரி வகைபாட்டியலின்படி இம் மூன்று பேரினங்களில் ஒன்றுகூடக் கம்பேரியம் போன்ற மரபியல் தனித்தன்மையைப் பெற முடிவதில்லை. மரபியலறிஞர் இவற்றைப் பற்றிய முடிவு எதுவும் எடுக்காமல், அவை யாவும் நெருங்கிய உறவு முறையுடையன என்று கூறுவார். இப் பேரினங்களைச் சேர்ந்த இனங்களை இயற்கைவாழ் சூழலில் இருந்து தனியாக எடுத்து வளர்த்து, அவற்றின் F_2 சந்ததிகளின் பண்புகளை உயிரி வகைபாட்டியல் முறைகளின்படி ஆராய்ந்து, அவற்றின் உயிரியல் நிலைகளை நிர்ணயித்து, மரபுவழி வகைபாட்டியலில் சேர்க்க 15

ஆண்டுகள் ஆகும். ஆயும் தாவரங்கள் மரங்களானால் இன்னும் அதிகக் காலம் செல்லும். இக் காலதாமதம் உயிரி வகைபாட்டியலுக்கு ஒரு கட்டுப்பாடும் வரையறையும் ஆகும்.

ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொள்ளும் தாவரங்களை அடையாளம் கொள்ளுதலைப் போல, செல் மரபியல் தகவல்கள் நம்பிக்கைக்கு உரியன. உலர்தாவரங்களிலிருந்து இனங்களின் குரோமோசோம் எண்ணிக்கையும், இன்னபிற செல்லியல் ஆய்வுகளும் அவற்றை அடையாளம் கண்டுகொள்ளாததற்கு முன்பே கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ஒரு தாவரத்தினைச் சரியானபடி அடையாளம் கண்டுபிடிக்காததற்கு முன், அதன் குரோமோசோம் எண்ணிக்கையை வகைபாட்டியலுக்குப் பயன்படுத்துவதில்லை. பெரும்பாலான செல்லியல் ஆய்வுகள் நம்பிக்கைக்கு உரியவை அல்ல என்று செல்லியலறிஞர்கள் ஒதுக்கியவற்றைப் பெரும்பாலான வகைபாட்டியலறிஞர்கள் உடனே தெரிந்துகொள்ளுவதில்லை. இதன் காரணமாக உயிரி வகைபாட்டியல் ஆய்வுகளின்போது ஏராளமான உலர்தாவரங்களின் முடிவினை வெளியிடும் முன் சேகரம் செய்து கொள்ள வேண்டும்.

மேலே கூறிய கட்டுப்பாடுகளைத் தவிர, உயிரி வகைபாட்டியலுக்கு இனிமேல் கண்டுபிடிக்கப்படும் புதிய ஆய்வு முடிவுகளையும் பரிசீலனைக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்பட வேண்டும். பேரினங்களை வரையறுப்பதில் ஒப்புமைக் கருவியல் (comparative embryology) ஆய்வுக்கருத்துகளைப் பரிசீலனைக்கு எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும் என்று ஜஸ்ட் (Just, 1946) என்பவர் கூறுகிறார். பேரினம், இனங்கள் இவற்றிற்கிடையே உள்ள உறவு முறைகளைத் தீர்மானம் செய்வதில் ஸீரலாஜிகல் செயல் முறைகள் (serological techniques) உதவுகின்றன. ஸீரலாஜிகல் முடிவுப் பொருள்களுக்குரிய செயலியல் வேலைகளை ஆராய்ந்து இயற்கையான உறவு முறைகளை நிர்ணயிக்கலாம். இதுவரை வகைபாட்டியலைச் சரிவர நிர்ணயிக்க முடியாத தாவரத்தொகுதிகளையே உயிரி வகைபாட்டியலறிஞர்கள் இதுவரை தம் ஆய்வுகளுக்குப் பொருளாக எடுத்து ஆராய்ந்து வந்தனர்; இவ்வித ஆராய்ச்சிகளின்மூலம் பயன்தரக்தக்க, மதிப்பு மிக்க முடிவுகளைத் தந்தனர். குறைந்த பல்லுருக்களுடைய தாவரத்தொகுதிகளின் பேரினங்களை வரையறுப்பதற்காக உயிரி வகைபாட்டியல் பகுப்புகளைக் கையாளுதல் நலம். இவ்விதமாக உயிரி வகைபாட்டியல் ஆய்வுகள் மரபு வழியிலான வகைபாட்டியலை வகுக்கவும், பல பெரிய சிறிய தாவரத்தொகுதிகளை வரையறை செய்யவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. உயிரி வகைபாட்டியலறிஞர்களது சான்றுகள் அனைத்தையும் பயன்படுத்தாமல், நவீன வகைபாட்டியல் இறுதியான முன்னேற்றத்தினை அடைவது கடினம்.

சோதனை முறையிலான வகைபாட்டியல் (Experimental Taxonomy)	பழமை வகைபாட்டியல் (Classical Taxonomy)
1. நோக்கம் (aim)	
பரிணும அலகுகளை (evolutionary units) கண்டுபிடிப்பது, பரிசோதனைகளின்மூலம் இன உறவு முறைகளை நிர்ணயிப்பது, அவற்றின் அமைப்பில் (formation) சூழ்நிலையின் பங்கை நிர்ணயிப்பது.	இன்றுள்ள தாவரங்கள் அனைத்தையும் வர்ணிப்பது, அவற்றின் ஒற்றுமை வேற்றுமைகளுக்கு ஏற்றவாறு அவற்றை வகைபாடு செய்வது, அனைத்து நாட்டு அறிஞர்குழு ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டதிற்கிணங்கப் பெயரிடுவது.
2. ஆய்வுகளின் அலகுகள் (Units of Study)	
பாலிலி உயிரினங்களில் உயிரிவகை (biotype), பாலினங்களில் வளர்ப்பு உயிரினக்கூட்டம் (breeding population) அல்லது பெரிய பிரதிநிதித்துவம் உடைய மாதிரித்தாவரங்கள் (representative sample) போன்ற உயிருள்ள தாவரங்களை ஆய்வின் அலகுகளாக எடுத்துக்கொள்ளப்பட வேண்டும்.	பெரும்பாலும் உலர்ந்த, உயிரிழந்த தனித் தாவரம் அல்லது சிறிய தாவரத்தொகுதிகள் ஆய்விற்கு எடுத்துக்கொள்ளபடுகின்றன.
3. வகைபாட்டியல் தொகுப்பு	
வகைபாடு செய்வது பிரதான நோக்கம் அல்ல. இயற்கையான உயிரினக் கூட்டம் ஏற்பட்டால், அதைப்பற்றிய விவரங்களை வகைபாடான முறையில் அமைப்பது என்பதுதான் பிரதான நோக்கம்,	வகைபாடு செய்வதுதான் பிரதான நோக்கம்.

4. ஆதார அலகு (Basic Unit)

ஆதார அலகுகள் வேறுபாடானவை (diverse). இப் போதைய பயனுக்கும், உபயோகப்படக்கூடிய தொகுப்பிற்கும் தகுந்த வகையில் ஆதார அலகு அமையும். (உ.ம்.) சூழ்வகை (ecotype), நிலக் கிடக்கை வகை (topotype)

பொருள் பொதிந்த உண்மையான 'இனம்'.

5. வகைபாட்டியல் அமைப்பு (Taxonomic Structure)

பொது அமைப்பு எதையும் ஆதாரமாகக்கொள்ளு வதில்லை. சில தொகுதிகளில் உயிரினக் கூட்டத்தினி டையே காணும் மரபியல் உறவுமுறைகளை நிர்ணயிக் கச் சிறு பகுதிகளாகப் பிரித்துள்ளனர். மரபியல் பரி சோதனைகளினால் இயலாத அளவிற்கு இவை உயருவ தில்லை.

முழுத்தாவரக் கூட்டமும் வகைபாட்டியல் அமைப் பிற்கு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு, அவற்றிற்கு அனைத்து நாடுகளும் ஒப்புக்கொண்ட விதிகளின் படி பெயரிட வேண்டும்.

6. விவரங்களின் ஆதாரங்கள் (Sources of Data)

தாவரங்களில் அமைந்திருப்பது (Inherent in Plants) :

(a) இறந்த பொருள்களிலிருந்து அமைப்பியல், உள் ளமைப்பியல், நியூக்ளியஸ் இயல் (Karyology) முதலியவற்றை ஆய்வது.

(b) உயிரினங்களின் முழு வாழ்க்கை வட்டத்தினை ஆய்வது.

தாவரங்களில் அமைந்திருப்பது :

(a) உயிரற்ற பொருள்களிலிருந்து வெளி அமைப் பியல் பின் உள்ளமைப்பியல்பற்றித் தீர்மானிப் பது.

(b) உயிருள்ள தாவரங்களிலிருந்து பூக்கும் காலம், உதிரும் காலம் முதலிய பண்புகளைமட்டும் ஆதாரமாகக் கொள்ளுவது.

சோதனை முறையிலான வகைபாட்டியல் (Experimental Taxonomy)	பழமை வகைபாட்டியல் (Classical Taxonomy)
7. பண்புகளின் சோதனைகள் (Tests of Characters)	
செயலியல் பண்புகளை ஆய்வது, பல வளரிடங்களிலும் உள்ள அமைப்பியல், தக அமைவுகள், மரபியல் வளக் கலவியலியல் சோதனைகள் (genetical tests of interfertility) செய்வது, வளர்ப்பு அமைப்புக்களை உருவாக்க உதவும் செல்லியல் ஆய்வுகளை நடத்துதல்.	சரியா, தவறு என்று ஆராய்ந்து அனுபவித்த தனால் ஏற்பட்ட செயல் நோக்கம். பாரம்பரியப் பண்பாக இல்லாத புவியியல் வியாபகம்பற்றியும் ஆய்வது.
8. வர்ணனை முறைகள் (Methods of Study)	
உயிரினக் கூட்டம் அல்லது உயிரினக்கூட்டத்தின் மாதிரிகளைப் புள்ளியியல் முறைகளைக் (statistical methods) கொண்டு வர்ணிப்பது. தாவரங்களுக்குப் பெயரிடும் முறை அவ்வளவு முக்கியமானதல்ல.	தனி உயிரினங்களையும், வகைக்கருத்தையும் (type concept) ஆதாரமாகக்கொண்டு வர்ணிப்பது, தாவரங்களுக்குப் பெயரிடுவது ஒரு முக்கியமான வேலை.
9. இயல்பு மாறுபாட்டுக் கருத்து (Concept of Natural Variation involved)	
முக்கியமாக மாறும் இயல்பு உடையது (essentially dynamic).	முக்கியமாக நிலையானது (essentially static).
ஆராயும் தொகுதிகளின் வளர்ப்பு நடத்தைகளை (breeding behaviour) மரபியல் தொகுதிகளுக்கு முக்கியத்துவம் கொடுக்க வேண்டும். 'இனக் கருத்து'	இனங்களின் உருவம் தொடர்ச்சியானது என்று நம்பப்படுகிறது. தனி இனங்களுக்கிடையே சடுதி மாற்றம் (sports) போன்ற வேறுபாடுகளைத் தவிர,

(species concept) என்பது வேண்டுவதும் இல்லை; ஒத்துக்கொள்ளப்படுவதும் இல்லை. பாலினக் கூட்டத்தின் உள்மாறுபாடுகள் அனுமதிக்கப்படுகின்றன. உயிரினக்கூட்டத்தில் மாறுபாடுகளின் தக அமைவுகள் ஆய்விற்காக அனுமதிக்கப்பட்டு, எடுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றன. பரிணும அலகுகளை உணரும் பொழுது வகைபாடு பரிணும அலகுகளை ஆதாரமாகக்கொண்டு அமைக்கப்பட வேண்டும். வகைபாடு ஒரு குறிப்பிட்ட ஒழுங்கு முறைக்காகத் தொகுதிகளுக்கு உட்பட்டு அமைக்கப்பட்டதல்ல. தாவர உலகத்தின் பொதுவான வகைப்பாட்டியலை உருவாக்க முயற்சி செய்யப்படுவதில்லை.

மற்றபடி இனங்களின் உருவம் தொடர்ச்சியானது என்று கருதப்படுகின்றது. தாவரங்களுக்கு இடையேயுள்ள தக அமைவு முக்கியத்துவ வேறுபாடுகள் (adaptive significance of differences) முக்கிய மானவை என்று கருதப்படுவதில்லை. வகைபாட்டு மரபு வரிசை இயற்கை வேறுபாடுகளுக்குத் தகுந்த பிரதிநிதித்துவம் உடையதாக ஒத்துக்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. அனைத்து நாடுகளிலும், எல்லாத் தொகுதிகளிலும் இதைப் பயன்படுத்துவது தவிர்க்கமுடியாததாக உள்ளது. இனத்திற்கு மேற்பட்ட அலகுகள் அமைப்பியல் ஒற்றுமைகள் அல்லது வேற்றுமை அளவுகளின் அடிப்படையில் அமைந்து உள்ளன. மரபுவழிக்கருத்துகள் பலராலும் கருதப்பட்ட பண்பு வரிசைகளை உருவாக்க உதவி செய்து பாரம்பரியப் பாதைகளைக் காட்டிய போதிலும், இனத்திற்கு மேற்பட்ட அலகுகளின் அமைப்பியல் ஒற்றுமைகள் அல்லது வேற்றுமை அளவுகளின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளது.

(4) எண்ணியலான வகைபாட்டியல்
(Numerical Taxonomy)

எண்ணிக்கை அடிப்படையில் வகைபாட்டியல் அலகுகளின் (taxonomic units) உறவு முறையை (relationship) நிர்ணயித்து, அதற்கேற்றவாறு வகைபாடு செய்தல் எண்ணியலான வகைபாட்டியல் என்று சொல்லப்படும்.

நோக்கம் : பல்வேறு நாடுகளிலும் உள்ள அறிஞர்கள் உயிரினங்களுக்குள்ள உறவு முறைகளைச் சரியாகத் தீர்மானம் செய்து, அவற்றின் அடிப்படையிலேயே முடிவு எடுக்க வேண்டும். வகைபாட்டியல் என்பது தனிப்பட்டவர்களது விருப்பு வெறுப்புக்களுக்கு அப்பாற்பட்டதாக இருக்க வேண்டும். உண்மைகளை விமரிசனம் செய்வதில் அறிவியலறிஞர்களிடையே ஒற்றுமை இல்லாமலிருப்பினும், அறிவியல் முறையினால் மீண்டும் ஒற்றுமை காண முடியும்.

மீண்டும் ஆய்தலுடன் புறப்பொருள் தன்மை (objectivity) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அறிவியல் முறையின் புறப்பொருள் தன்மை தராதர அடிப்படையில் ஏற்பட்டது. அதன் உண்மைகளை முழுவதும் அறிந்துகொள்ள முடியவில்லை. இதன்பேரில் ஏற்பட்ட கருத்து வேற்றுமைகளைத் தவிர்க்க முடியவில்லை என்று இங்கெர் (Inger, *1958*), சோகால் (Sokal, *1959*) என்பவர்கள் கருதுகிறார்கள்.

தேர்ந்தெடுக்கப்படாமலோ விடுபடாமலோ பல பண்புகளைச் சேர்த்துக்கொண்டால், எடுத்துக்கொண்ட குறிப்புகளை ஒழுங்கு படுத்தி, முடிவுகளை ஆராயும்போது முடிவினை ஆதாரமாகக்கொள்ளாத புறப்பொருள் தன்மைகளைப் பெருக்கித் தனிமனிதர்களின் விருப்பு வெறுப்புகளைச் (subjective bias) குறைக்க முடிகிறது.

அடிப்படை உண்மைகள் (Basic Positions): எண்ணியலான வகைபாட்டியல் அடன்சன் (Adanson) என்பவருடைய கருத்துகளை ஆதாரமாகக் கொண்டது.

1. ஓர் இலட்சிய வகைபாட்டியல் என்பது ஒரு தாவரத் தொகுதியில் (taxon) எவ்வளவு பண்புகளைப் பரிசிலனைக்கு எடுத்துக் கொள்ள முடியுமோ, அவ்வளவு பண்புகளையும் ஆதாரமாகக் கொண்டு அமைக்கப்பட வேண்டும்.

2. இயற்கையானதொரு வகைபாட்டியலை அமைக்க மேலே கண்டவாறு சேகரித்த எல்லாப் பண்புகளையும் சம அளவில், சம மான மதிப்புடன் கருதப்பட வேண்டும். அப் பண்புகள் உயர்ந்தது, தாழ்ந்தது, சிறந்தது, இறக்காதது என்றெல்லாம் ஆய்வாளர்களின் விருப்பு வெறுப்பிற்கு இடம் தரக் கூடாது.

3. பல பண்புகளிலும் ஒற்றுமையுடையதுதான் முழு ஒற்றுமையுடையது (overall similarity) என்று கருதப்படும்.

4. தொகுதிகளிடையேயுள்ள மாறுபட்ட பண்பு ஒற்றுமை களின் அடிப்படையில் குறிப்பிட்ட தாவரத் தொகுதியினை உண்டாக்கலாம்.

5. ஆகையினால் வகைபாட்டியல் என்ற அறிவியல் துறை கண்டிப்பாக ஒரு செயலாராய்ச்சித் திறமான அறிவியலாகும் (empirical science).

6. தாவரத் தொகுதிகளின் உறவு முறையை மரபுவழிப் பரிசோதனையிலிருந்து தன்னிச்சையாகத் தீர்மானம் செய்ய வேண்டும்.

ஒற்றுமைகளை மதிப்பீடு செய்வது (Estimation of Resemblances): எண்ணியலான வகைபாட்டியலுக்குத் தாவரத் தொகுதிகளுக் கிடையே காணப்படும் ஒற்றுமைகளை மதிப்பீடு செய்வது மிகவும் அடிப்படையான முயற்சி ஆகும். தாவரத்தொகுதிகளின் பண்பு களைப்பற்றித் தகவல்களைச் சேகரிப்பதிலிருந்து இஃது ஆரம்பமா கிறது. இத் தகவல்கள் முன்பே கண்டுபிடிக்கப்பட்டு வெளியீடு களிலோ, நூல்களிலோ வெளிவந்திருக்கலாம்; அல்லது புதிதாக ஆய்ந்து பண்புகளைக் காண வேண்டியிருக்கலாம். சில சமயங்களில் முன்பு காணப்பட்ட பண்புகளையும் பரிசீலனைக்கு எடுத்துக்கொள்ள வேண்டியிருக்கும்; புதிய பண்புகளையும் ஆராய வேண்டியிருக்கும். நம்பிக்கைக்குரிய முறைக்குப் (reliable method) பல பண்புகளையும் ஆய்ந்தறிவது தேவைப்படுகிறது. ஒரு தாவரத்தில் சுமார் 40 முதல் 60 பண்புகளை ஆராய்வது நலம். அமைப்பியல், செயலியல் இனத் தனிப்பண்பியல் (ethology), வியாபகம் முதலிய எல்லாவிதமான பண்புகளும் சம அடிப்படையில் தேவைப்படுகின்றன. நாம் எத் தகைய பண்புகளை வகைபாட்டியலுக்கு ஆதாரமாகக்கொள்ள வேண்டும் என்பதில் கவனம் செலுத்த வேண்டும். தாவர வகை பாட்டியலுக்குப் பண்புகளை அடிப்படையாகக்கொள்ளுவதில் பாரபட்சம் கூடாது. உயிரினங்களின் உண்மையான பண்புகளை வெளிபடுத்தாதவற்றை வகைபாட்டியலுக்கு அடிப்படையாகக் கொள்ளக் கூடாது.

எல்லாப் பண்புகளும் சமமானவை. ஏனெனில், தனித்தொகுதிகளின் ஓர் அமைப்பியல் பகுதியைத் தீர்மானிப்பதில்லை. ஜீன் கூட்டங்கள் முழுவதும் ஓர் உயிரினத்தின் பண்புகளை நிர்ணயிக்கின்றன. மரபாக வரும் வகைபாட்டியலறிஞர்கள் (traditional taxonomists) ஒரு சில பண்புகளை முக்கியமான பண்புகள் என்று கூறுகிறார்கள். ஆனால், எண்ணியலான வகைபாட்டியலில் பண்புகள் அனைத்தும் முக்கியமானவை; சமமான மதிப்புப் பெற்றவை.

தாவரங்களின் உறவு முறையைப் பல வழிகளிலும் நிர்ணயிக்கலாம். இரு தாவரங்களுக்கு இடையேயுள்ள தராதர ஒற்றுமைகளுக்கு ஒற்றுமைக்கெழு எண் (similarity coefficient) என்று பெயர். இவ்விதமான ஒற்றுமைக்கெழு எண்ணை இரு தனித்தாவரங்களிடையேயும், இரு தாவரத்தொகுதிகளிடையேயும் தயாரிக்கலாம்.

இயற்கையான தொகுதியை உண்டாக்குவது (The Construction of Natural Taxon): அதிகமான பண்புகளின் அடிப்படையில் தொகுதிகளை உண்டாக்கினால், அவற்றிலிருந்து உண்டாக்கப்பட்ட வகைபாடு இயற்கையானது என்று கில்மோர் (Gilmour) என்பவர் கூறுகிறார்.

வகைபாடு பெரும்பாலான பிறப்பிட உருவ ஒற்றுமைகளைக் கொண்டு (matrix of similarities) நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. பிறப்பிடத்தின் அமைப்பைப் பல செயல் முறைகளின்மூலம் கண்டுபிடிக்கலாம். நெருங்கிய தொடர்புடைய தொகுதிகள் தொடர்பற்ற முறையில் வைக்கப்பட்டிருந்தால், அவற்றைச் சரியான தொடர்புடைய இடத்தில் வைக்கப்படும். தாவரத்தொகுதிகள் தொகுப்பில் முன் தீர்மானித்த வரிசையிலேயே வைக்கப்படமாட்டா. கணக்கிடும் இயந்திரம் (Computer) அவற்றை வகைப்படுத்தும். எனவே, தாவரங்களின் பண்புகள் அனைத்தையும் குறிப்புகள் கவனமாக எடுத்து, எடுத்த குறிப்புகளைக் கணக்கிடும் இயந்திரத்தினுள் செலுத்தினால், இயந்திரம் கணக்கிட்டு நமக்கு முடிவுகளை அறிவிக்கும். எண்ணியலான வகைபாட்டிற்குக் கணக்கிடும் இயந்திரம் இன்றியமையாதது.

(5) வேதி வகைபாட்டியலின் வரலாறு
(History of Chemical Taxonomy)

முன்னுரை: ஒவ்வோர் அறிவியல் துறையின் ஆரம்பத்தை, தோற்றத்தை ஆராயும்போது, அது உண்மையாக எக் காலத்தில் ஆரம்பித்தது, யாரால் தோற்றுவிக்கப்பட்டது என்பதை நிர்ணயிப்பது மிகவும் கடினமானது.

ஆரம்பம் : தாவரங்களை மனிதன் தனது பல உபயோகங்களுக்காகப் பயன்படுத்தி வந்தான்; பிணி தீர்க்கும் மருந்திற்காகத் தாவரங்களைப் பயன்படுத்தினன். இன்ன தாவரத்தின் பகுதி இன்ன மருந்து தயாரிக்க உதவும் என்று தெரிந்தபொழுது அத் தாவரத்தை அவன் நினைவில் நிறுத்திக்கொள்ள வேண்டியது அவசியமாகிறது. அத் தாவரங்களின் பண்புகளைச் சிறிது சிறிதாக அறிந்துகொள்ளுகிறான். மருந்திற்காகத் தாவரங்களை நாடுவோர் மூலிகைவாதிகள் என்று அழைக்கப்பட்டனர் இவர்களைத் தவிர, மருந்திற்காகத் தாவரங்களைச் சேகரித்து வருவோரும் தனியாக உண்டு. அவர்கள் வேர் தோண்டுவோர் என்றும், கிழங்குகள், இலைகள் தேடுபவர்கள் என்றெல்லாம் தனித்தனியான பணிகளைச் செய்யும் மக்கள் அக் காலத்தில் வாழ்ந்து வந்தார்கள். மூலிகைவாதிகளும், மேற்கூறியவர்களும் தாவரங்களை அவற்றின் 'நல்ல பயன் தரும் நற்பண்புகளுக்காக'த் (virtues) தெரிந்து வகைபாடு செய்து வைத்திருந்தார்கள். இத்தகைய திருத்தம் பெறாத வகை பாட்டியல் 17ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் குரு, கேமரேரியஸ், பெடிவெர் (Petiver) முதலியவர்கள் காலம்வரை நிலைத்திருந்தது.

தற்கால முன்னோடிகள் (The Modern Pioneers): தாவர உலகம் நம்மை அவற்றின் புத்திசாதுரியத்தினால் கவராவிடினும், அவை தம் வேதிப் பொருள்களினால் (chemical substances) கவருகின்றன என்று ஹெலென் ஸி. டி. எஸ். அப்பாட் (Helen C. De. S. Abbott, 1866) என்னும் பெண் அறிவியலறிஞர் கூறுகிறார்.

ஜாவா (Java) நாட்டில் போகார் (Bogor) என்னும் இடத்தில் ஒரு வெப்பமண்டலத் தாவரவியல் பூங்கா உள்ளது. இது ரீய்ன் வார்ட் (Reinwardt) என்பவரால் 1817ஆம் ஆண்டில் ஆரம்பிக்கப் பட்டது. இப் பூங்காவில் உள்ளமைப்பியல், செயலியல், மருத்துவத் தாவரவியல் (Pharmacology) ஆகியவற்றிற்குத் தனித்தனியான ஆய்வுக்கூடங்கள் ஏற்படுத்தப்பட்டன. இப் பூங்காவிலிருந்து ஆண்டுதோறும் அறிவியல் ஆய்வுக்கட்டுரைகளை வெளியிட்டு வந்தனர். மெல்ஷியோர் டிராய்ப் (Melchior Treub) என்பவர் எழுதிய தாவர வேதியியலைப்பற்றிப் (Plant Chemistry) பல செய்திகள் வெளியாயின.

1888ஆம் ஆண்டில் எய்க்மேன் (Eykman) என்பவர் சில குடும்பங்களைச் சேர்ந்த ஆல்கலாய்டுகளைப் (alkaloids) பற்றிக் கூறுகிறார். 1891ஆம் ஆண்டில் கிரெஷாப் (Greshoff) என்பவர் இவருக்குமுன் தாவர வேதியியலில் நடைபெற்ற ஆய்வுகளைத் தொகுத்துக் கூறுகிறார். லாரோடிடனைன் (Larotetanine) என்ற ஆல்கலாய்டு

லாரேசி (Lauraceae) என்ற குடும்பத்தாவரங்களில் மிகவும் அதிக மான அளவில் காணப்படுவதாகக் கூறுகிறார்.

சில ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு ராம்பர்க் (Romburg) என்பவர் பல விதமான தாவர வேதிப்பொருள்களைப்பற்றிப் பல கட்டுரைகளின் மூலம் வெளியிட்டார்; தாவரங்களில் அஸிடோன் (acetone), மிதில் சாலிஸிலேட் (mythyl salicylate), ஹைட்ரஜன் ஸைனமைடு (hydrogen cyanamide-HCN) போன்ற பொருள்கள் காணப்படுவதாகக் கூறுகிறார். டிராய்ப், தாவரங்களில் HCN பங்கைப்பற்றி ஆராய்ந்து 4 ஆய்வுக்கட்டுரைகளை (1904-1910) வெளியிட்டார். பேங்கியம், ஃபேஸியோலிஸ் (Pangium, Phaseolus) முதலிய தாவரங்களில் HCN இருப்பதுபற்றி யாங் (Jong) என்பவர் 1908ஆம் ஆண்டில் ஓர் ஆய்வுக் கட்டுரையை வெளியிட்டார். 1910ஆம் ஆண்டில் கார்டெர் (Gorter, 1910) என்பவர் இயற்கையாகத் தாவரங்களில் கிடைக்கும் குளோரோஜெனிக் அமிலத்தைப்பற்றிக் (chlorogenic acid) கூறுகிறார்.

கிரெஷாஃப் (Greshoff) என்பவர் 'கியூ' பூங்காவில் ஆய்வுகளை மேற்கொண்டு பல தாவரங்களில் டான்னின் (tannin), ஆல்கலாய்டு, சயனோஜெனிடிக் சேர்மம் (cyanogenetic compound), சபோனின் (saponin) முதலிய வேதிப் பொருள்கள் இருப்பதைப்பற்றிக் கூறுகிறார்; பிளாடனஸ் அஸெரிஃபோலியா (platanus acerifolia) என்னும் தாவரத்தில் HCN அதிக அளவில் இருப்பதைக் கண்டு பிடித்தார்; தாவரங்களின் இயற்கையான உறவு முறைகளுக்கும், அவற்றின் வேதிச் சேர்க்கைக்கும் உள்ள தொடர்பைப்பற்றிய அறிவியலை 'ஒப்புமைத் தாவர வேதியியல்' (comparative plant chemistry) என்று கூறுகிறார்; ஒவ்வொரு பேரினத்தையும், இனத்தையும் வர்ணித்த பின், அவற்றின் வேதியியல் வர்ணனையும் (chemical description) தர வேண்டும் என்று கூறுகிறார்.

1917ஆம் ஆண்டிற்கும் 1945ஆம் ஆண்டிற்குமிடையே உள்ள கால இடைவெளியில் மக்நாயர் (McNair) பல ஆய்வுக் கட்டுரைகளை வெளியிட்டார்; இக் கட்டுரைகளில் எவ்வாறு ஒப்புமை வேதியியல் வகைபாட்டியலுக்குப் பொருந்தும் என்பதை விளக்குகிறார்.

இவரது முதல் ஆய்வுக் கட்டுரையில் வட அமெரிக்காவில் காணப்படும் ரஸ் (Rhus) என்ற பேரினத்தின் இரு சிற்றினங்களின் கனித் தோலில் காணப்படும் கொழுப்புப் பொருள்கள், ஆசியாவில் இதே பேரினத்தில் காணப்படும் தாவரத்திலிருந்து எடுக்கப்படும் 'ஜப்பான் மெழுகு' (Japan wax) என்னும் கொழுப்புப் பொருளை

ஒத்துள்ளது என்று கூறுகிறார்; தாவரங்களிலிருந்து கிடைக்கும் கொழுப்புப் பொருள்களைப்பற்றியும், அவை எவ்வாறு வகை பாட்டியலில் முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன என்பது பற்றியும் பல ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொண்டார்; 1929ஆம் ஆண்டில் இவர் எழுதி வெளியிட்ட கட்டுரையில் 83 குடும்பங்களைச் சேர்ந்த 300 விதமான எண்ணெய், கொழுப்பு, மெழுகுப் பொருள்கள் கிடைக் கின்றன என்று எழுதுகிறார் ; இவை கால நிலைகளினாலும், வகை பாட்டியலினாலும் பகுத்து ஆராய்ந்தறிய வேண்டியவை என்று கருதுகிறார்; எண்ணெய்களை உலர்வது, பாதி உலர்வது, உலராதது என்னும் மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கிறார்; மற்றும் தாவரங் களில் உள்ள அயோடின் எண்கள் (iodine numbers), சபோனிஃபி கேஷன் மதிப்புகள் (saponification values) முதலியவைபற்றியும் ஆராய்ந்தார்; வறள் நில வாழ்விடங்களில் வாழும் தாவரங்கள் கொழுப்புகளையும், அதிக வெப்ப உருகு நிலையுடைய (higher melting points) உலரா எண்ணெய் வகைகளையும் சீதள மண்டலத் தாவரங்களைவிட அதிக அளவில் சேமித்து வைக்கின்றன என்றும், தொடர்புடைய தாவரங்களில் காணப்படும் கொழுப்பு எண்ணெய்ப் பொருள்கள் ஒரே விதமாக உள்ளன என்றும் கண்டு பிடித்தார்.

1935ஆம் ஆண்டில் இவரே தாவர ஆல்கலாய்டுகளைப்பற்றி ஆராய்கிறார்; அகோனிடம் (Aconitum) என்னும் ரேனன்குலேசீக் (Ranunculaceae) குடும்பச் செடியின் ஒவ்வோர் இனத்திலும் (species) நெருங்கிய தொடர்புடைய ஆல்கலாய்டுகளில் ஒரு வகை இருப்பதாகக் கண்டுபிடித்தார். ஒரே ஆல்கலாய்டு பல குடும்பத் தாவரங்களில் காணப்படுவது அரிது. ஆனால், ஒரே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பல தாவரங்களில் ஒரே விதமான ஆல்கலாய்டு காணப் படலாம். உதாரணமாக, புரோடோபைன் (protopine) என்ற ஆல்கலாய்டு பபாவெரேசீக் (papavaraceae) குடும்பத்தின் பல தாவரங்களிலும் காணப்படுகிறது.

புரோடோபைன் என்ற ஆல்கலாய்டு பபாவெரேசீக் குடும் பத்தில் உள்ளதை ஹட்சின்சன் (1959) முக்கியமானதாகக் கருது கிறார் ; பபாவெரேசீக் குடும்பத்திலிருந்து ஃபுமாரியாய்டீயைப் (Fumarioideae) பிரித்து, ஃபுமாரிகேசீ (Fumaricaceae) என்னும் தனிக்குடும்பமாகக் கருதப்படல் வேண்டும் என்கிறார்; ஃபுமாரி யாய்டீ என்னும் துணைக்குடும்பத்தில் உள்ள தாவரங்கள் பெர்பெரி டேசீக் (Berberidaceae) குடும்பத்தில் உள்ள எபிமீடியம் (Epi- medium), அஸிராந்தஸ் (Aceranthus), பொங்கார்டியா (Bongardia) என்னும் பேரினங்களை ஒத்துள்ளன என்கிறார். இவை பபா

வெரேசீக் குடும்பத்தின் கிலிடோனியம் (Chelidonium) போன்ற பேரினங்களோடு நெருங்கிய தொடர்புடையன. இவ்விதமான ஒற்றுமைகள் உண்மையான ஒற்றுமைகள் அல்ல; போலியானவை என்று கூறுகிறார்; இன்றுள்ள பபாவெரேசீக் குடும்பத்தின் முன்னோர்களிலிருந்து ஃபுமாரியேசீ தோன்றியிருக்க முடியாது என்று கூறுகிறார்.

பபாவெரேசீக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த எல்லாத் தாவரங்களிலும் புரோடோபைன் என்ற ஆல்கலாய்டு காணப்படுகிறது. இந்த புரோடோபைன் என்ற ஆல்கலாய்டு வேறு எந்தக் குடும்பத் தாவரத்திலும் காணப்படுவதில்லை என்று மான்ஸ்க் (Manske, 1944) என்பவர் கூறுகிறார்.

இக் கருத்தினை மான்ஸ்க் கூறியதற்கு அடுத்த ஆண்டில் (1949) ஓடா (Ohta) என்பவர் பெர்பெரிடேசீக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த நந்தினு டொமெஸ்டிகா (nandina domestica) என்னும் தாவரத்தின் விதைகளில் புரோடோபைன் இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார். இதனல் பபாவெரேசீக் குடும்பமும் பெர்பெரிடேசீக் குடும்பமும் நெருங்கிய உறவு முறையுடையன என்பதற்கு இஃது ஒரு சான்று என்று மான்ஸ்க் கருதுகிறார்.

1962ஆம் ஆண்டில் மஜும்தார் (Majumdar), சர்கார் (Sarkar), தட்டா (Dutta) என்பவர்கள் ரேம்னேசீக் (Rhamnaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ஜிஸிஃபஸ் ஜுஜுபா (zizyphus jujuba) என்னும் இலந்தையில் புரோடோபைன் என்னும் ஆல்கலாய்டு இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார்கள். இதைப்பற்றி மான்ஸ்க் எவ்விதமான கருத்தையும் தெரிவிக்கவில்லை.

'வேதியியல் அடிப்படையில் பூக்கும் தாவரங்களின் மரபியல் வழி' (Angiosperm Phylogeny on a Chemical Basis) என்ற ஆய்வுக் கட்டுரையினை 1935ஆம் ஆண்டில் மக்நாயர் (McNair) என்பவர் வெளியிட்டார். இவர் ஆல்கலாய்டு, கிளிஸரைடுகள் (glycerides), எளிதில் ஆவியாகும் எண்ணெய்கள் (volatile oils) முதலியவை தாவர வகைபாட்டியலுக்குப் பயன்படும் என்று கூறுகிறார், தாவரங்களை அவை உண்டாக்கும் வேதிப் பொருள்களின் அடிப்படையில் வகைபாடு செய்யலாம். இத்தகைய வேதி வகைபாட்டியலை அமைப்பியல் வகைபாட்டியலோடு (morphological classification) அல்லது அதற்கு உதவியாகப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். இவ்விதம் பயன்படுத்துவதால் பூக்கும் தாவரங்களின் மரபுவழியிலான இயற்கைத்தொகுப்பு உண்டாக வகை செய்யும் என்று கூறுகிறார்.

உயர் தாவரங்கள் உண்டாக்கும் வேதிப்பொருள்கள் பெரிய மூலக்கூறுகளாகவும், அவற்றில் உள்ள கிளிசெரைடுகளின் அயோடின் எண்ணிக்கை அதிகமாகவும் இருக்கும். இந்த உண்மைகள் மரங்கள் செடிகளைவிடப் பரிணாமமட்டத்தின் தாழ்நிலையில் உள்ளன என்பதற்குச் சான்றாகும். இதனால் மேக்னோலியேசீக் (Magnoliaceae) குடும்பமும், பெர்பெரிடேசீக் (Berberidaceae) குடும்பமும் ரேனன்குலேசீக் குடும்பத்தைவிடத் தாழ்நிலையில் உள்ளவை என்று அறிகிறோம்.

மேக்னோலியேசீக் குடும்பம் ரேனன்குலேசீக் குடும்பத்திற்கு முதலில் ஏற்பட்டதா என்ற கேள்வியை மக்நாயர் என்பவர் கேட்டுக்கொண்டு அதற்கு விடையாக, அதற்குத் தொடர்பாக உள்ள குடும்பங்களில் காணும் வேதிப்பொருள்களையும், அவற்றில் அடங்கிய தாவரங்களின் உருவ அமைப்பினையும் தந்துள்ளார்:

குடும்பம்	உச்ச அளவு உருவம்	ஆல்கலாய்டுகளின் மூலக்கூறு எடை	கிளிசெரைடுகளின் அயோடின் எண்ணிக்கை
1. மேக்னோலியேசீ	புதர்ச்செடி - மரம்	—	95·5
2. லார்டிஸபலேசீ (Lardizabalaceae)	புதர்ச்செடி	—	78·4
3. பெர்பெரிடேசீ	செடி - புதர்ச்செடி	330	139·1
4. ரேனன்குலேசீ	செடி	543	145·0

அமைப்பியல் வகைபாட்டியலின்படி செடிகள் அதிகமாயுள்ள குடும்பம் பரிணாமநிலையில் உயர்ந்தது என்றும், மரங்களும் புதர்ச்செடிகளும் அதிகமாக உள்ள குடும்பம் பரிணாமநிலையில் தாழ்ந்தது என்றும் கருதப்படுகிறது. இதே முடிவினை தாவரங்களின் வேதிப்பொருள் பகுப்பும் காட்டுகிறது. பரிணாமமட்டத்தில் உயர் நிலையில் உள்ள தாவரங்களில் காணும் வேதிப்பொருள்களின் மூலக்கூறு எடை அதிகமாகவும், கிளிசெரைடுகளின் அயோடின் எண் அதிகமாகவும் இருக்கும்.

மெஸ் (Mez) என்பவர் கண்டுபிடித்த ஸீரம் தன்மையறிதலாலும் (serum diagnosis), மோயர் (Moyer) என்பவர் கண்டுபிடித்த மின்-ஒலிப்பு முறையினாலும் (electro-phonetic method) சரியான வகைபாட்டு வரிசையைக் (taxonomic sequence) கண்டுபிடிக்கலாம். ஆல்கலாய்டுகளின் மூலக்கூறு எடை, கிளிசெரைடுகளின் அயோடின் எண், எளிதில் ஆவியாகும் எண்ணெய்களின் ஒப்படர்த்தி (specific gravity) அல்லது ஒளி விலகல் எண் (refractive

index) ஆகியவற்றால் தாவரங்களின் வகைபாட்டு வரிசை தெரிவதுடன், மேற்கூறிய ஆய்வுகளின் முடிவு, எண்களின்மூலம் குறிக்கப்படுவதால், மாறுபட்ட பல தாவரத்தொகுதிகளின் தராதரப் பரிணமம் எவ்வாறு நிகழ்ந்திருக்கக்கூடும் என்பதையும் அறிந்து கொள்ளலாம்.

1945ஆம் ஆண்டில் மக்நாயர் வேதித் தனி உறுப்பு வளர்ச்சியிலும் (chemical ontogeny), வேதி மரபியல் வழியிலும் (chemical phylogeny) ஓர் ஆய்வுக் கட்டுரையை எழுதினார். விதையின் வேதித் தனி உறுப்பு வளர்ச்சியில் கார்போஹைட்ரேட் → முழு எண்ணெய்—பூரிதமற்ற எண்ணெய் (unsaturated oil) என்ற வரிசையில் நடைபெறுகிறது. கார்போஹைட்ரேட் பொருள்கள் சேமிப்புப் பொருள்களாக உள்ள விதைகள் பரிணமமட்டத்தில் கீழ்நிலையில் உள்ளவையாகவும், விதைகளில் எண்ணெய்ச் சேமிப்புப் பொருள்களாக இருப்பது உயர்நிலையில் உள்ள தாவரங்கள் என்றும் கருதப்படும். இக் கருத்தினை ஆதாரமாகக்கொண்டு ஒரு வித்திலைத் தாவரங்கள் பரிணமமட்டத்தில் கீழ்நிலையில் உள்ளவையாகவும், இரு வித்திலைத் தாவரங்கள் உயர்நிலையில் உள்ளவையாகவும், இரு வித்திலைத் தாவரங்களுள் அல்லி இணைந்தவை (sympetalae) உயர் நிலையில் உள்ளவை என்றும் கருதப்படுகிறது. இக் கருத்துக் கீழ்க் காணும் அட்டவணையின்மூலம் தெளிவாகிறது:

தொகுதி	கரு		எண்டோஸ்பெர்ம்		பொதுவாகக் காணப்படுபவை
	% மாவு	% எண்ணெய்	% மாவு	% எண்ணெய்	% எண்ணெய்
1. ஒருவித்திலைத்தாவரங்கள்	12	45	57	27	15
. இருவித்திலைத்தாவரங்கள் ஆர்க்கிக்கிளேமிடே (Archichlamydeae)	15	45	16	30	50
அல்லி இணைந்தவை	9	42	2	40	54

மேற்கண்ட முறையில் சயனோஜெனிடிக் கிளைகோஸைடுகளின் அளவினைக் கொண்டு தாவரத்தொகுதிகளின் பரிணம நிலை ஆய்ந்துணரப்பட்டது.

1945ஆம் ஆண்டில் தாவரக் கொழுப்புகளைச் சூழ்நிலைக்கும் பரிணமத்திற்கும் ஒப்பிட்டு ஆராய்ந்தார், ஒரே கால நிலையில்

வளர்ந்துள்ள தாவரங்களில் அயோடின் மதிப்பு அதிகம் உள்ள விதையின் கொழுப்பு உடைய தாவரங்கள் பரிணாமமட்டத்தில் உயர்நிலையில் உள்ளவை என்று கருதப்படுகிறது.

தாவர வகைபாட்டியலில் சில வேதிப்பொருள் வழிகளைப் பயன் படுத்துவது (The Use of Certain Chemical Criteria in Plant Taxonomy): வகைபாட்டியலறிஞர்கள் தாவரங்களில் கண்ணுக்குத் தெரியும் பண்புகளை மட்டுமே ஆய்கின்றனர். பூ நிறம், பச்சயம் இருப்பது, இல்லாதது, தாவரங்களில் காணும் படிகங்கள் (crystals)முதலியவற்றைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். இப் பொருள்கள் சில தாவரங்களில் காணப்படும். மற்றும் சில தாவரங்களில் அறவே இல்லாமலிருக்கும் என்று மெட்காஃப், சாக் (Metcalfe and Chalk, 1950) கருதுகிறார்கள்.

1. ராஃபைடுகள் (Raphides): தாவரச் செல்களில் கால்சியம் ஆக்ஸலேட் படிகங்கள் (calcium oxalate crystals) பொதுவாகச் செல் உட்பொருள்களாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் ராஃபைடுகள் முக்கியமானவை. இவை மெல்லிய ஊசி போன்ற படிகங்கள். இவை ஒன்றுக்கொன்று இணையாகக் கற்றைகளில் காணப்படும். ஒவ்வொரு கற்றையும் ஒரு ராஃபைடுப் பையில் (Raphide-sac) காணப்படும்.

தாவரங்களில் ராஃபைடுகள் இருப்பது-இல்லாதது பண்பினை வகைபாட்டியலில் ராபெர்ட் பிரௌன் (Robert Brown, 1773-1858) பயன்படுத்தினார்; ஆர்க்கிடேசிக் குடும்பத் தாவரங்களின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் ராஃபைடுகள் இருப்பதாகக் கூறுகிறார்.

உள்ளமைப்பியல் - நுண்ணோக்கியலறிஞரான கல்லிவெர் (Gulliver, 1804-1882) என்பவர் ராஃபைடுகளைப்பற்றி ஆராய்ந்தார்; தாவரங்களின் மாறும் சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு ராஃபைடுகளும் மாறுகின்றன என்று கண்டுபிடித்தார்; ராஃபைடுகள் தாவர வகைபாட்டியலுக்கு நம்பகமான பண்புகள் என்று கூறுகிறார். பால்சாமினேசி (Balsaminaceae), ஓனகிரேசி (Onagraceae), ரூபியேசி (Rubiaceae) போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் ராஃபைடுகள் காணப்படுகின்றன. ரூபியேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த எல்லாத் தாவரங்களிலும் ராஃபைடுகள் காணப்படுவதில்லை. ஓனகிரேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த டிராபா (Trapa) என்னும் செடியில் ராஃபைடுகள் இல்லை. இக் காரணத்தினால் டிராபாவை, டிராபேசி (Trapaceae) அல்லது ஹைட்ரோகேரியேசி (Hydrocaryaceae) என்னும் குடும்பத்தில் சேர்க்கலாம். மான்டீனியா (Montinia) என்ற தென் ஆப்பிரிக்காவைச் சேர்ந்த தாவரமும் ஓனகிரேசிக் குடும்பத்தில்

சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. இத் தாவரத்தில் ராஃபைடுகள் இல்லாத தனால், ஒனகிரேசிக் குடும்பத்தில் சேர்க்கக் கூடாது என்று கல்லிவெர் கூறுகிறார். நாகாய் (Nakai, *1943*) என்பவர் இத் தாவரத்தை மோன்டினியேசீ (Montiniaceae) என்னும் குடும்பத்தில் சேர்க்கிறார். ஃபிலிப்ஸ் (Phillips, *1951*) என்பவர் இத் தாவரத்தினை சாக்ஸிஃபிரேகேசீக் குடும்பத்தில் சேர்க்கிறார்; ஹட்சின்சன் (*1959*) எஸ்கல்லோனியேசீ (Escalloniaceae) என்னும் குடும்பத்தில் சேர்க்கிறார். இனி வரும் ஆய்வுகள் இந்த விவாதத்தினை முடித்து வைக்கும்.

லிண்ட்லி (Lindley) என்பவர் வகைபாட்டியலுக்கு *1839*ஆம் ஆண்டிலேயே ராஃபைடுகளைப் பயன்படுத்தியதாகக் கல்லிவெர் கூறுகிறார். கல்லிவெர் சாக்ஸிஃபிரேகேசியைச் சேர்ந்த பல தாவரங்களை ஆராய்ந்ததில் ஹைட்ரான்ஜியாவில் (Hydrangea) மட்டுமே ராஃபைடுகள் காணப்பட்டதாகவும், மற்றத் தாவரங்களில் காணப்படவில்லை என்றும் கூறுகிறார். லிண்ட்லி ஹைட்ரான்ஜியேசீ (Hydrangeaceae) என்ற தனிக்குடும்பம் பற்றி *1853*ஆம் ஆண்டிலேயே குறிப்பிடுகிறார். *1829*ஆம் ஆண்டில் டுமார்ஷியர் (Dumortier) என்பவர் ஹைட்ரான்ஜின்யேசீ என்ற குடும்பத்தை உண்டாக்கி, அதில் ஹைட்ரான்ஜியா, டியூட்ஷியா (Deutzia) என்ற தாவரங்களை அக் குடும்பத்தில் சேர்க்கிறார். ஹைட்ரான்ஜியா, கார்டியாண்ட்ரா (Cardiandra), ஜமேஷியா (Jamesia), டைக்ரோவா (Dichroa), பிளாடிகிரேடர் (Platycrater), பாயெரா (Bauera), ஸைஸோஃபிராக்மா (Schizophragma) முதலிய தாவரங்களை லிண்ட்லி ஹைட்ரான்ஜியேசீ என்னும் குடும்பத்தினுள் சேர்க்கிறார்.

*1835*ஆம் ஆண்டில் மார்ஷியஸ் (Martius) என்பவர் டியூட்ஸியா, ஹைட்ரான்ஜியா முதலியவற்றை ஹைட்ரான்ஜியேசீக் குடும்பத்தில் சேர்க்கிறார்.

*1915*ஆம் ஆண்டில் பெஸ்ஸீ (Bessey) என்பவர் ஹைட்ரான்ஜியா, ஃபிலடெல்ஃபஸ் (Philadelphus) போன்ற தாவரங்களை ஹைட்ரான்ஜியேசீக் குடும்பத்தில் சேர்க்கிறார்.

*1918*ஆம் ஆண்டில் வான் டியெம் (Van Tieghem), கான்ஸ்டன்டின் (Constantin) என்பவர்கள் ராஃபைடுகளை அடையாளம் கண்டு கொள்ளும் பண்பாகக் கருதலாம் என்று ஆராய்ந்தபொழுது அவை 14 பேரினங்களில் காணப்பட்டதாகக் கூறுகிறார்கள்.

நாகாய் (Nakai, *1943*), மோல்டென்கி (Moldenke, *1944*), குன்டெர்சன் (Gundersen, *1950*) ஆகியவர்கள் 40 பேரினங்களில் ராஃ

பைடுகள் இருப்பதாகவும், ஸ்காட்ஸ்பெர்க் (Scottsberg, *1940*), பாய் வின் (Boivin, *1956*), கிரான்குய்ஸ்ட் (Cronquist, *1957*), ஹட்சின்சன் முதலியவர்கள் 22 பேரினங்களில் ராஃபைடுகள் இருப்பதாகவும் கூறுகிறார்கள். ஆர். டார்ன்லி கிப்ஸ் (R. Darnley Gibbes) ராஃபைடு களைப்பற்றி ஆராய்ந்ததில் ஹைட்ரான்ஜியேசீக் குடும்பத்தில் ஹைட்ரான்ஜியா, டெகுமேரியா (Decumaria), டெய்னந்தி (Deinanthe), டைக்ரோவா, பைலோஸ்டீஜியா (Pileostegia), ஸைஸோஃபிராக்மா, பிரௌஸ்ஸைஸியா (Broussaisia) போன்ற ஏழு பேரினங்களில் மட்டும் ராஃபைடுகள் இருப்பதாகக் கூறுகிறார். இந்த ஏழு பேரினங்களையும் சாக்ஸிஃபிரேகேசீக் குடும்பத்திலிருந்து பிரித்து ஒன்றாகச் சேர்த்து ஒரே குடும்பமாகக் கருதலாம் என்று கிப்ஸ் அபிப்பிராயப்படுகிறார். சாக்ஸிஃபிரேகேசீக் குடும்பத்தில் ராஃபைடுகள் உள்ள தாவரங்களை (A) என்றும், இல்லாதவற்றை (B) என்றும் வைத்துக்கொண்டு, ஒவ்வொர் அறிவியலறிஞரும் ஒரு விதமான வீத அமைப்பின்கீழ் இக் குடும்பத்தில் உள்ள தாவரங்களைச் சேர்க்கிறார்கள். உதாரணமாக, நாகாய் என்பவர் $\frac{A}{B} = \frac{7}{2} 3\cdot5$ வீதம் என்று கூறுகிறார். அதாவது, ராஃபைடுகளுடைய தாவரங்களையும், அத்துடன் இரண்டு ராஃபைடுகள் இல்லாத தாவரங்களையும் ஹைட்ரான்ஜியேசீக் குடும்பத்தில் சேர்க்கிறார். ஆனால், கிப்ஸின் கருத்துப்படி வீதம் $\frac{A}{B} = \frac{7}{0} = \propto$ ஆக இருக்க வேண்டும் என்று கருதுகிறார்.

ஸைடாமினீக் குடும்பம் (Scitamineae Family) ; ஸைடாமினீக் குடும்பத்தின் வகைபாட்டையும், மரபியல் வழியையும் நிர்ணயிக்க டாம்லின்சன் (Tomlinson, *1962*) என்பவர் வெளி, உள்ளமைப்பியல் புகளைப் பயன்படுத்தினார். ஸைடாமினீக் குடும்பம் ஒரு பெருங் குடும்பமாகவும், அதில் மூஸேசீ' (Musaceae), ஜின்ஜிபெரேசீ (Zingiberaceae), கேன்னேசீ (Cannaceae), மரான்டேசீ (Maran taceae) என்ற நான்கு குடும்பங்கள் அடங்கியுள்ளதாகவும் டீயெல்ஸ் (Diels, *1936*) கருதுகிறார். இக் குடும்பங்களை இன்னும் பல சிறு குடும்பங்களாகப் பிரிக்கும் போக்குச் சமீபத்தில் காணப்படுகிறது. ஹட்சின்சன் (*1959*), ஜின்ஜிபெரேல்ஸ் (Zingiberales) என்ற பெருங்குடும்பத்தில் ஆறு குகும்பங்களைச் சேர்த்து எண்ணுகிறார், இவற்றிற்கு நாகாய் என்பவர் அனமேல்ஸ் (Anomales) என்று பெய ரிட்டு, அதில் 8 குடும்பங்கள் அடங்கியுள்ளதெனக் கருதுகிறார்.

நாகாய் என்பவர் கருதிய 8 குடும்பங்களையும் (1) காப்பு செல் களின் (guard cells) அமைப்பு, (2) ராஃபைடுகள் இருப்பது இல்லாதது, (3) வேரில் உள்ள ஸ்டீல் (Stele) ஆகிய பண்புகளை

அடிப்படையாகக்கொண்டு நான்கு இயற்கைத் தொகுப்புகளாகப் (natural groups) பிரிக்கலாம் என்று டாம்லின்சன் கூறுகிறார்; இம் மூன்று பண்புகளும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பற்றவை, ஒவ்வொரு தனிப்பண்பும் ஒரு தன்னிச்சையான வகைபாட்டியல் உறவு முறையைத் நிர்ணயிக்கிறது என்று கூறுகிறார். உதாரணமாக, முதல் தொகுதியில் ராஃபைடுகளைப் பெற்றவையும், சமச்சீருடைய காப்பு செல்களையுடையதுமான ஹெலிகோனியேசீ (Heliconiaceae), மூஸேசீ,ஸ்டெரெலிட்ஸியேசீ(Sterelitziaceae) ஆகியவை அடங்கும். இரண்டாவது தொகுதியில் சமச்சீரற்ற காப்பு செல்களும், ராஃபைடு இல்லாததும், இயல்பிற்குப் புறம்பான வேர் அமைப்பையும் (anomalous structure) பெற்றுள்ள காஸ்டேசீ (costaceae), மரான்டேசீ, ஜின்ஜிபெரேசீ ஆகியவை சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. நான்காவது தொகுதியில் லோயியேசீ (Lowiaceae) சேர்க்கப் பட்டுள்ளது. இத் தொகுதியில் ராஃபைடுகளும், சமச்சீர் அற்ற காப்பு செல்களும், இயல்பான வேர் அமைப்பும் பெற்ற தாவரங்கள் அடங்கும்.

ராஃபைடுகளைப் பெற்ற தாவரங்கள் பரிணாமமட்டத்தில் கீழ்நிலையில் உள்ளவை என்றும், இவை சிறப்பு அமைப்புப்பெற்ற குடும்பங்களில் காணப்படுவதில்லை என்றும், இரு வித்திலைத்தாவரங் களிலும் ராஃபைடுகள் உடையவை பரிணாமமட்டத்தில் கீழ் நிலையில் உள்ள தாவரங்களில்தான் காணப்படுகின்றன என்றும் டாம்லின்சன் கூறுகிறார்.

2. ராஃபைடுகளைத் தவிர மற்ற கால்சியம் ஆக்ஸலேட் படிகங்கள் (Crystals of Calcium Oxalate other than Raphides): ஜாக்கார்டு, பிரே (Jaccard and Frey, *1928*), கார்ச்சென்கோ (Kharchenko, *1928*) முதலியவர்கள் அல்லியத்தில் (Allium) பல விதமான படிகங்கள் இருப்பதாகவும், அவை வகைபாட்டியலுக்கு உதவும் என்றும் கண்டுபிடித்தார்கள். கம்பாஸிடேக் (compositae) குடும்பத்தில் சைனரீ (cynareae) என்ற துணைக்குடும்பத்தில் உள்ள தாவரப் பூக்களில் சூல்பைச் சுவர்களில் பல படிகங்கள் இருப்பதாக டார்மெர் (Dormer, *1961*) கண்டுபிடித்தார். இவர் ஸென்டாரியா (centaurea) என்னும் தாவரத்தில் முப்பட்டை வடிவமாகவும் (prismatic), வளைந்து நீண்டதுமான (curvilinear) இரு வகைப் பட்ட படிகங்கள் இருப்பதாக அறிந்தார்.

3. லபகால் (Lapachol) : பராகுவே (Paraguay) நாட்டில் டைகு (Taigu) மரத்திலிருந்து ஒரு விதமான மஞ்சள் பொடி எடுத்ததாக 1858ஆம் ஆண்டில் ஆர்னுடன் (Arnaudon) என்பவர் கூறி, அதற்கு அஸிட்டைகுடிக் (Acidetaigutique) என்று பெயரிடு

கிருர். இதன் அமைப்பினை ஹுக்கர் (Hooker, 1892, 1896) ஆராய்ந்து, அது 2 ஹைட்ராக்ஸி - 3 மிதில் - 2 புடினில் - 1,4 நாஃப்தோ - குயினேன் (2 Hydroxy - 3 methyl - 2 butenyl-1, 4 naphtho-quinone) அல்லது சுருக்கமாக லபகால் என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. டெகாமா (Tecoma), பாராடெகாமா (Paratecoma), டபூபியா (Tabebuia) போன்ற பிக்னோனியேசீக் (Bignoniaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களின் மரங்களில் இத்தகைய லபகால் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. உவர் சதுப்பு நிலத் தாவரமாகிய (Mangrove), அவிசென்னியா (Avicennia)விலும் லபகால் காணப்படுகிறது ; இவற்றைத் தவிர, சபோடேசீக் (Sapotaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பேஸ்ஸியா (Bassia)விலும், ஆண்டிரா (Andira), இன்ட்ஸியா (Intsia), அடினென்தெரா (Adenanthera) போன்ற லெகுமினேசீக் (Lequminoseae) குடும்பத் தாவரங்களிலும் காணப்படுகிறதென்று கண்டு பிடித்துள்ளார்கள். மெட்காஃப், சாக் என்பவர்கள் அவிசென்னியாவைத் தவிர, மற்றப் பிக்னோனியேசீ அல்லாத குடும்பத்தாவரங்களில் லபகால் இருப்பது சந்தேகமே என்று கூறுகிருர்கள். தாம்சன் (Thomson 1957) பேஸ்ஸியாவில் லபகால் இருப்பதாகவும், லெகுமினேசீக் குடும்பத்தாவரங்களில் இல்லை என்றும் கருதுகிருர்.

4. ஸிலிகா (Silica) : சிறிய ஸிலிகாப் பொருள்கள் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன. இவை வகையாட்டிற்கு உதவும். இரு வித்திலைத் தாவரங்கள் பலவற்றிலும் ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களில் ஸைபிரேசீ (Cyperaceae), கிராமினீ (Gramineae) என்ற இரு குடும்பங்களிலும் காணப்படுகின்றதென மெட்காஃப், சாக் என்பவர்கள் கருதுகிருர்கள்.

கிராமினீக் குடும்பத்து இலைகளில் உள்ள புறத்தோல் செல்களில் ஸிலிகா செல்களும், 20 வகையான ஸிலிகாப் பொருள்களும் இருப்பதாக மெட்காஃப் கூறுகிருர்.

பாமேக் (Palmae) குடும்பத்தின் உள்ளமைப்பியலை ஆராய்ந்த டாம்லின்சன் அவற்றில் ஸிலிகா செல்களும் ஸிலிகாப்பொருள்களும் இருப்பதாகக் கூறுகிருர். கூம்பு போன்ற அல்லது தொப்பி போன்ற பொருள்கள் பாக்டிராய்டு (Bactroid), கேரியோடாய்டு (Caryotoid), கேமிடொராய்டு (Chamaedoroid), இரியார்டாய்டு (Iriortoid) போன்ற தாவரங்களிலும், உருண்டையான ஒழுங்கற்ற, கோள வடிவமான ஸிலிகாப் பொருள்கள் அரிகாய்டு (Arecoid), பொராஸாய்டு (Borassoid), கோகாய்டு (Cocoid), லெபிடோகேரியாய்டு (Lepidocaryoid) போன்றவற்றிலும், லாடானியாத் (Latania) தாவரத்தின் இரு வகைகளிலும் காணப்படுகின்றன

என்றும், சில தாவரங்களில் ராஃபைடுகளும் காணப்படுகின்றன என்றும் டாம்லின்சன் (1961) கூறுகிருர்.

5. ஜிப்ஸம் (Gypsum) : டமாரிகேசீக் (Tamaricaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ஒவ்வொரு தாவரத்திலும் ஜிப்ஸம் படிகங்கள் (Crystals of Gypsum-Ca $So_4.2H_2O$) காணப்படுவதாகப் பிரன்ஸ்விக் (Brunswick, 1920) கூறுகிருர். இக் குடும்பத்தோடு நெருங்கிய உறவுமுறையுடைய ஃபிரான்கினியேசீக் (Frankeniaceae) குடும்பத் தாவரங்களில் ஜிப்ஸப் படிகங்கள் காணப்படுவதில்லை. அதற்குப் பதிலாகக் கால்சியம் ஆக்ஸலேட் படிகங்கள் காணப்படுகின்றன.

ஜிப்ஸம் கப்பாரிடேசீக் (Capparidaceae) குடும்பத் தாவரங்களிலும், பல கம்பாசிடேக் குடும்பத்தாவரங்களிலும், எரியோகோனம் (Eriogonum) போன்ற பாலிகோனேசிக் குடும்பத் தாவரங்களிலும், மென்ட்ஸீலியா (Mentzelia) என்ற லோசேசீக் (Loasaceae) குடும்பத்தாவரத்திலும் காணப்படுகின்றன.

6. மற்றப் படிகங்கள் (Other Crystals) : சால்வடோரேசீ (Salvadoraceae) என்ற சிறிய குடும்பத்தைச் சேர்ந்த எல்லாத் தாவரங்களிலும் 'எலுமிச்சையின் அங்கக உப்பு'ப் (an organic salt of lime) படிகங்கள் காணப்படுவதாகச் சொலிரிடெர் (Solereder, 1908) கூறுகிருர்.

7. மாவு (Starch): 1716ஆம் ஆண்டில் லூவென்ஹூக், தாவரங்களில் மாவு இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார். மாவு மணியின் (starch grain) அமைப்பு, அளவு, உண்டாகும் விதங்களையும் ஃபிரிட்ஸ் (Fritsche) ஆராய்ந்து 1834ஆம் ஆண்டில் 'உபெர் தஸ் அமைலம்' (Uber des Amylum) என்ற வெளியீட்டில் வெளியிட்டார்; இவ் வெளியீட்டில் பல தாவரங்களிலும் மாவு இருப்பதைப்பற்றிக் குறிப்பிடுகிருர்.

தாவர அறிவியலின் தத்துவங்கள் (Principles of Scientific Botany) என்ற நூலை ஷ்லீய்டன் (Schleiden) ஜெர்மன் மொழியில் எழுதினர். இந் நூலினை ஈ. லங்காஸ்டெர் (E. Lancaster, 1849) என்பவர் ஆங்கில மொழியில் மொழி பெயர்த்தார். இந் நூலில் உருவமற்ற மாவு (amorphous starch) கார்டமாமம் மைனஸ் (cardamomum minus) விதைகளிலும், ஜமைக்கா சரசப்ரில்லாவின் (jamaica sarasaparilla) பட்டையிலும் காணப்படுகிறது. தனி மாவு மணிகள் (simple starch grains) பெரும்பாலான தாவரங்களிலும், கூட்டு மாவு மணிகள் (compound granules) பலவிதப் படிவங்களிலும் காணப்படுவதைப்பற்றிக் கூறியுள்ளார்.

நாகெலி (*1858*), மேயர் (*1895*) ஆகியவர்கள் மாவுமணிகளைப் பற்றியதொரு வகைபாட்டினைச் செய்தனர் என்று ரெய்ச்சொர்ட் (Reichert) கூறுகிருர். மூடெர் (Muter) என்பவரும் மாவுமணிகளை வகைபாடு செய்திருந்தார். ரெய்ச்சொர்ட் மாவினை உருளைக்கிழங்கு வகை (potato type), லெகூம் வகை (legume type), கோதுமை வகை (wheat type) என்று வகைபாடு செய்ததாகக் கூறுகிருர்.

*1913*ஆம் ஆண்டில் மாவினைப்பற்றி ரெய்ச்சொர்ட் செய்த ஆய்வுகள் போற்றத்தக்கவை. தாவர விலங்குகளை வகைபாடு செய்வதற்குப் புரோடோபிளாசச் செயல்களையும், பொருள்களையும் ஸ்டீரியோ வேதியியல் (streo-chemistry) முறையில் ஆராயவேண்டும் என்று கூறுகிருர். இந் நூலில் இவர் கூறிய கருத்துகளாவன;

ஒவ்வொரு தாவரத்திற்கும் ஒரு விதமான புரோடோபிளாசம் உண்டு. செல்லில் அமைந்துள்ள புரோடோபிளாசத்தின் தன்மைக் கேற்றவாறு செல் சேர்க்கை மாறுபடும். ஒரு தாவரத்தின் கணிகத்தின் (plastid) ஸ்டீரியோ வேதி அமைப்பு மற்றத் தாவரத்தின் கணிகத்திலிருந்து வேறுபட்டிருந்தால், இரு தாவரங்களும் தயாரிக்கும் மாவுப் பொருள்களின் அமைப்பும் வேறுபட்டிருக்கும். இத்தகைய வேறுபாடுகள், அறிவியல் அடிப்படையிலான வகைபாட்டியலினை வகுக்க உதவுகிறது.

*1919*ஆம் ஆண்டில் ரெய்ச்சொர்ட் மற்ரொரு நூலையும் எழுதினுர். இந் நூலில் இவர் தம் ஆய்வுகளின் முடிவுகளைக் கூறுகிருர். நெருங்கிய உறவுள்ள தாவரங்களின் மாவுமணிகள் தோற்றத்தில் ஒரே மாதிரியாக உள்ளன. ஆனுல், இரு தாவரங்களின் மாவு மணிகளையும் பல வேதி இயற்பியல் செயல் முறைகளினுல் ஆயும் போது மாறுபாடு தெரிய வருகிறது. இரு மாவுமணிகளின் நிற மாலைகளையும் (spectra) ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், அவற்றிற் கிடையேயுள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகள் விளங்கும். நெருங்கிய உறவுடைய தாவரங்களின் நிறமாலைகள் மிகவும் ஒத்திருக்கும். இரு தாவர மாவுமணிகளுக்கிடையேயுள்ள நிறமாலைகளின் வேற்றுமைக்குத் தக்கவாறு அவற்றின் உறவு முறைகள் அமைந் திருக்கும் என்று கூறுகிருர்.

8. ஸயனேஜெனிடிக்கும் மற்றக் குளுகோஸைடுகளும் (Cyano-genetic and Other Glucosides): தாவரங்கள் பலவிதமான குளுகோஸைடுகளை உற்பத்தி செய்கின்றன. குளுகோஸைடுகளை நீரால் பிணைக்கும்போது (hydrolysis) பல சர்க்கரை அலகுகளாகவும் (sugar units), அகிளைகோனுகவும் (Aglycone) பிரிகின்றன.

குளுகோஸைடுகளில் பல தொகுதிகள் உள்ளன. (உ.ம்.) கடுகு எண்ணெய் (mustard oil), கார்டியாக் (cardiac), சபோனின் (saponin), சயனோஜெனிடிக், கௌமாரின் (coumarin), ஃபீனல் (phenol), ஃபிளேவோன் (flavone), ஐஸோஃபிளேவோன் (isoflavon), ஃபிளேவனோன் (flavanone), நாப்தாகுயினோன் (naphtha quinone), ஆந்த்ராகுயினோன் (anthra quinone), சால்கோன் (chalcone), கேடெச்சின் (catechin), ஆந்தோசயானிடின் (antho cyanidine), ஸாந்தோன் (xanthone), டெர்பீன் (terpene) முதலியவை. இவற்றைப்பற்றிய நூல்களை ஆம்ஸ்ட்ராங்கும் ஆர்ம்ஸ்ட்ராங்கும் (Armstrong and Armstrong, 1931), மக்ல்ராய் (McIlroy, 1951) முதலியவர்கள் எழுதியுள்ளார்கள்.

சில தாவரங்கள், சில நிலைகளில் ஹைட்ரோ சயனிக் அமிலம் (hydrocyanic acid) உண்டாக்கும். இது வளர்சிதைமாற்றத்திற்கு உதவும். இத்தகைய தாவரங்கள் ஸயனோஜெனிடிக் தாவரங்கள் எனப்படும். இது ஸயனோஜெனிடிக் குளுகோஸைடுகளிலிருந்து உண்டாகின்றன.

அமிக்டாலீ (Amygdaleae) என்ற தொகுதி ரோஸேசீக் குடும்பத்தினின்றும், போமேசீயிலிருந்தும் (Pomaceae), ட்ரூப் (Drupe) வகைக் கனியினுலும், பீசின் தரும் மரப்பட்டையினுலும், ஹைட்ரோ ஸயனிக் அமிலத்தினுலும் வேறுபடுகிறது. இத்தகைய சயனோஜெனிடிக் பொருள்களோடு கூடிய தாவரங்கள் நச்சுத்தன்மை வாய்ந்தவை என்று கூறப்படுகிறது. (உ.ம்.) ஸெராஸஸ் காப்ரிஸிடா (cerasus capricida), ஸெராஸஸ் வர்ஜீனியானு (cerasus virginiana).

அடுத்த நூற்றுண்டில் HCN கொடுக்கக்கூடிய பல தாவரங்களைப் பல ஆராய்ச்சியறிஞர்கள் கண்டு பிடித்தார்கள்.

1884 ஜாரிஸ்ஸென் (Jorissen)

1885 லெஹ்மான் (Lehmann)

1897 லட்ஸ் (Lutz); *1902* ஜோக் (Jouck)

1905, 1906 குய்க்னர்டு (Guignard)

1906, 1907 கிரெஷாஃப் (Gresholf)

1918 ஸ்மித்தும் ஒயிட் என்பவரும் (Smith and White)

1929, 1930 ஃபின்னிமோர், காக்ஸ் (Finnemore and Cox)

1940 மோரான், பிரீஸ், கௌச் (Moran, Briese and Couch)

1945, 1954, 1961 கிப்ஸ்

1956 கார்ட்னெர், பென்னெட்ஸ் (Gardner and Bennetts)

1958, 1959, 1961 ஹெக்னுயெர் (Hegnauer)

ஸயனேஜெனிடிக் பொருள்களும், அவை இடைக்கும் தாவரங்களும் எந்த ஆண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டவையென்பதும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையிலிருந்து தெரிந்துகொள்ளலாம்:

ஆண்டு	ஸயனேஜெனிடிக் பொருள்	இடைக்கும் தாவரம்
1. *1830*	அமிக்டாலின் (Amigdalin)	புருனஸ் அமிக்டாலஸ் (Prunus amaygdalus)
2. *1830*	லினமாரின் (Linamarin)	குச்சிக் கிழங்கு (Manihot utilisima) லினன் செடி (Linus usitatissimum)
3. *1884*	லியூமின் (Luemin)	லோடஸ் அராபிகஸ் (Lotus arabicus)
4. *1903*	காரினேகார்பின் (Carynocarpin)	காரினேகார்பஸ் லேவிகாடா (Carynocarpus laevigata)
5. *1905*	சாம்புநைக்ரின் (Sambunigrin)	சாம்புகஸ் நைக்ரா (Sambucus nigra)
6. *1906*	விஸியானின் (Vicianin)	விஸியா அங்கஸ்டிஃபோலியா (Vicia ungustifolia)
7. *1907*	புருனஸின் (Prunasin)	புருனஸ்பாடஸ் (Prunus padus)
8. *1935*	அகேஷிபெடாலின் (Acacipetalin)	அகேஷியா ஸ்டோலனிஃபெரா (Acacia stolonifera)
9. *1937*	அகாலிஃபின் (Acalyphin)	அகாலிஃபா இண்டிகா (Acalypha indica)
10. *1938*	லோடாஸ்ட்ரேலின் (Lotaustralin)	லோடஸ் ஆஸ்ட்ராலிஸ் (Lotus australis)

அமிக்டாலின் (amygdalin) என்பது ரோசேசீக் குடும்பத் தாவரங்களில் மட்டும் இடைக்கிறது என்று டில்மேன் (Dilleman, *1958*) கூறுகிறார். கிரைஸோபாலனேசீயை (Chrysobalanaceae) ரோசேசீக் குடும்பத்திலிருந்து நீக்கியதற்குரிய ஒரு காரணம் அக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களில் HCN இல்லாதது என்று

லிண்ட்லியும், எண்ட்லிக்கெரும் கருதுகிறார்கள். HCN பூக்கும் தாவரங்களில் 80 குடும்பங்களைச் சேர்ந்த தாவரங்களில் காணப் படுவதாகக் கிப்ஸ் கூறுகிறார். டேக்ஸஸ் (Taxus), மெடாசிகோயா (Metasequoia) போன்ற ஜிம்னோஸ்பெர்ம் வகைத் தாவரங்களிலும், ஆஸ்ப்ளீனியம் (Asplenium), லிண்ட்சயா (Lindsaya), ஸைஸியா (Schizaea) போன்ற பரணிகளிலும், சில பூஞ்சைகளிலும் (ஸிங்கெர் -Singer, 1949) HCN கிடைப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

பாஸ்ஸிஃப்ளோரேசீக் (Passifloraceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களிலும், அவற்றுடன் தொடர்பு உடைய டர்னெரேசீக் (Turneraceae) குடும்பத் தாவரங்களிலும் HCN காணப்படுவதாகக் கிப்ஸ் கூறுகிறார்.

மொடெக்கா (Modecca) 2 இனங்கள்
பாஸ்ஸிஃப்ளோரா 38 இனங்கள்
டாக்ஸோனியா (Tacsonia) 3 இனங்கள்
பிரிகுவெட்டா (Piriqueta) 3 இனங்கள்
டர்னெரா (Turnera) 6 இனங்கள்

ஆனால், இந்தக் குடும்பங்களுடன் நெருங்கிய தொடர்புடைய குகர் பிடேசீக் (Cucurbitaceae) குடும்பத்தாவரங்களிலும், வயலேசீக் (Violaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களிலும் HCN காணப் படுவதில்லை. சில வகைபாட்டியலறிஞர் இக் குடும்பங்களைப் பாஸ்ஸிஃப்ளோரேசீ, டர்னெரேசீக் குடும்பங்களுடன் ஒன்றாகக் கருதுவர்; மற்றும் சில வகைபாட்டியலறிஞர்கள் இவற்றைத் தனித்தனியாகக் கருதுவார்கள். இக் கருத்தே ஏற்றமுடையது.

1873ஆம் ஆண்டில் காரிநோகார்பஸ் லேவிகேடா (carynocarpus laevigata) என்ற தாவரத்தின் கொட்டையிலிருந்து கராகின் (karakin) என்ற கசப்பான, நச்சுத்தன்மை வாய்ந்த (toxic) பொருளைத் தனியாக 'ஸ்கே' (Skey) என்பவர் பிரித்தெடுத்தார். ரிட்சிமா, கார்டெர் (Ritsema and Gorter, 1921) என்பவர்கள் மால் பீஜியேசீக் (Malpighiaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ஹிப்டேஜ் மதாபி லதா (hiptage madablota) என்ற கொடியிலிருந்து மற்றொரு குளூ கோஸைடான 'ஹிப்டேஜின்' (hiptagin) என்ற பொருளைப் பிரித் தெடுத்தனர். இந்த ஹிப்டாஜெனிக் அமிலம் (hiptagenic acid) பீடா நைட்ரோ புரோபியோனிக் அமிலம் (β-nitro propionic acid) என்று கார்டெர், மக்செஸ்னி (Mechesney, 1949) என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். இப் பொருள் இண்டிகோஃபெரா எண்டிகா ஃபில்லா(Indigofera ndecaphylla)விலும், ஆஸ்பெர்ஜில்லஸ்

ஃபிளேவஸ் (Aspergillus flavus) என்ற பூஞ்சையிலும் காணப்படு கிறது என்று மாரிஸ் (Morris), பாகன் (Pagan), வாம்க் (Warmke, 1954) கண்டுபிடித்தார்கள்.

1941ஆம் ஆண்டில் கூப்பர் (Cooper) என்ற பெண் அறிவிய லறிஞர் மேக்ரோஸாமியா ஸ்பைராலிஸ் (Macrozamia spiralis) என்னும் ஸைகட் வகைத் (cycad type) தாவரத்திலிருந்து மேக்ரோ ஸாமின் (Macrozamin) என்ற நச்சுத்தன்மையுடைய குளுகோஸை டைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்தார்கள். இப் பொருளினை நீர்த்த காரங்களில் (dilute alkalis) பகுக்க முடியும்; ஆனால் நீர்த்த அமிலங்களில் (dilute acids) பகுக்க முடியாது. இப் பொருளின் அமைப்பினை லித்கோ, ரிக்ஸ் (Lithgoe and Riggs, 1951) என்ப வர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். இப் பொருள், பின்னர் இன்னும் பல ஸைகட்டுகளிலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. பொவேனியா வின் இரு இனங்கள் (2 Species of Bowenia), ஸைகஸின் இரு இனங்கள் (2 Species of cycas), என்ஸெஃபலர்டோஸ் (Encephalartos) ஆகியவற்றி லும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

ஸைகஸ் ரிவொல்யூடாவிலிருந்து (cycas revoluta) நிஷிடாவும், அவரது தோழர்களும் (Nishida and his Co-workers) ஸைகாஸின் (cycasin, 1955), நியோஸைகாஸின் B. (neocycasin B, 1959), நியோஸைகாஸின் C (neocycasin, 1960) ஆகிய பொருள்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவை யாவும் அஸாக்ஸி கிளிகோஸைடு களாகக் (Azoxy glycosides) காணப்பட்டன.

தாவர வகைபாட்டியல்களில் சில செயல் முறைகளின் பயன்கள்

(The Use of Certain Techniques in Plant Taxonomy)

(அ) ஸீராலஜி (Serology): ஒவ்வோர் உயிரினத்திற்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட வகைப் புரதம் இருக்கிறது. நெருங்கிய தொடர் புடைய தாவரங்களின் புரதங்கள் ஒரே மாதிரியாக அமைந்துள் ளன. தொடர்பற்ற தாவரங்களின் புரதங்கள் மாறுபட்டிருக்கும். ஒரே புரதத்தில் அமைந்த அமைப்பு வேறுபாடு உயிரினங்களுக் கிடையேயுள்ள வேறுபாடுகளுக்குக் காரணமாக இருக்கலாம் என்று ரெய்ச்செர்ட், பிரௌன் (Brown, 1909) கூறுகிறார்கள். உதா ரணமாக, ஸீரம் ஆல்புமென் (serum albumin) என்ற புரத மூலக் கூறுக்கு 1000 மில்லியன் ஸ்டீரியோ ஐஸோமெர்கள் (stereo isomers) இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

புரதங்களிடையே காணப்படும் வேறுபாடுகளை ஏதோவொரு முறையினால் கண்டறிந்தால் தாவரத் தொகுதிகளின் உறவு முறைகளைத் தீர்மானம் செய்யலாம். இம் முறைக்கு ஸீராலஜி என்று பெயர். இம் முறைகள்பற்றி விளக்கமானதொரு நூலினை செஸ்டெர் (Chester, 1937) என்பவர் எழுதியுள்ளார்.

கோவார்ஸ்கி (Kowarski, 1901) என்பவர் பிரிஸிபிடின் மாறுபாட்டினை (precipitin reaction) தாவரப் புரதங்களைக்கொண்டு பரிசோதனை செய்தார்; கோதுமை மாவிலிருந்து (wheat meal) எடுத்த ஆல்புமோஸ் (albumose) என்னும் பொருளினை முயல்களில் செலுத்தி, பிரிஸிபிடின் மாறுபாட்டினை உண்டாக்கினர்.

ஸீராலஜி முறையில் தாவர வகைபாட்டியலை முறையாக ஆராய்ந்தவர்கள் 'கோனிக்ஸ்பேர்க் பள்ளி' (Konigsberg School) என்னும் ஆய்வுக்கூடத்தினைச் சேர்ந்த மெஸ் (Mez), ஸீஜென்ஸ்பெக் (Ziegenspeck, 1926), கார்ட்னெர் (Gortner, 1938) ஆகிய அறிஞர்களாகும். இம் முறை பலருக்கு வியப்பளித்தது. இவ்விதமாகத் தாவர உறவு முறைகளை நிர்ணயிப்பதை பெர்லின் ஆய்வுக் கூடத்தைச் (Berlin School) சேர்ந்த கில்க், ஷுராஃப் (Gilg and Schurhoff, 1927) என்பவர்கள் ஒப்புக்கொள்ளவில்லை.

குரோன் (Krohn, 1935) அல்லி இணைந்த தாவரங்களில் ஸீராலஜி முறைப்படி சோதனைகள் செய்து கோனிக்ஸ்பர்க் ஆய்வுக் குழுவின் கருத்துகளை ஆமோதிக்கிறார். செஸ்டெர் (Chester, 1935) என்பவர் நடுநிலையாக இருந்து ஆய்வுகள் நடத்தி, கோனிக்ஸ்பெர்க் ஆய்வுக் குழுவினரின் கருத்துகள் சரி என்று ஒப்புக்கொண்டார். ஹுன் (Hyun, 1949) என்பவர் குயிர்கஸ் (quercus) தாவரத்தில் 15 இனங்களை ஸீராலஜி முறையில் ஆராய்ந்து, அவற்றின் முடிவுகளும் வழக்கமான வகைபாட்டியல் (traditional taxonomy) முடிவுகளும் ஒத்து வருவதைக் கண்டார். ஸீராலஜி முறையில் ஹாலந்தில் பூம் (Boom) என்பவரும், கீல் (Kiel) என்னுமிடத்தில் உள்ள மோரிட்ஸ் (Moritz) என்பவரும், ஃபின்லாந்தில் (Finland) உள்ள குரோன் என்பவரும் பல ஆய்வுகளை மேற்கொண்டனர்.

மேக்னோலியேசிக் குடும்பம்பற்றி ஜான்சன் (Johnson, 1954) என்பவர் ஸீராலஜி முறைப்படி ஆராய்ந்தார். மேக்னோலியா (Magnolia), மிஷீலியா (Michelia), டலாமா (Talauma) ஆகிய மூன்று தாவரங்களும் ஸீராலஜி முறையில் ஆராய்ந்ததில் நெருங்கிய தொடர்புடையன என்று தெரிகிறது. லிரியோடெண்ட்ரான்

(Liriodendron) இவற்றிலிருந்து மாறுபட்டது. இல்லிஸியம் (Illicium) முற்றிலும் மாறுபட்டது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. டாண்டி (Dandy, 1927) என்பவர் இம் முறைக்கேற்றவாறுதான் மேற்கண்ட தாவரங்களை வகைபாடு செய்துள்ளார். இவர் லிரியோடெண்ட்ரானை ஒரு தனித்துணைக்குடும்பத்தில் லிரியோ டெண்ட்ரீ (Liriodendreae) சேர்க்கலாம் என்று கூறுகிறார்.

குகர்பிடேசீக் குடும்பம்பற்றிப் பாம் (Baum, 1954) என்பவரும், ஹாம்மண்ட் (Hommond, 1955) என்பவரும் சோலனேசீ (Solanaceae) என்ற குடும்பம்பற்றியும், ரேனன்குலேசீக் குடும்பம் பற்றியும் ஸீராலஜி முறையில் ஆராய்ந்தார்கள்.

மோரிட்ஸ் என்பவரும், ரோன் (Rohn, 1956) என்பவரும் ரோயிடேல்ஸ் (Rhoeadales) பற்றி ஆராய்ந்தனர். கீலிடோனியம் (Chelidonium), பபாவெர் (Papaver), கிளாஸியம் (Glaucium), சான்குய்னேரியா (Sanguinaria) போன்ற பேரினங்கள் பபாவெரேசீக் குடும்பத்திலும், கப்பாரிஸ் (Capparis), கிளியோம் (Cleome) என்பவை கப்பாரிடேசீக் குடும்பத்திலும், சைனபிஸ் (Sinapis), ஸிஸிம்பிரியம் (Sisymbrium) குருஸிஃபெரே (Cruciferae) குடும்பத்திலும், ரெஸீடா (Reseda) ரெஸீடேசீக் (Resedaceae) குடும்பத்திலும், மொரிங்கா(Moringa) மொரிங்கேசீக் (Moringaceae) குடும்பத்திலும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. இக் குடும்பங்களே இயற்கைத் தொகுப்பாக அமைந்துள்ளன. இந்த முறையிலான தொகுப்பை ஹட்சின்சன் (1959) தமது வகைபாட்டியலில் கூறுகிறார். ஹெக்னுயெர் (Hegnauer, 1961) என்பவர் உயிர் வேதியியல் ஆய்வுக் கட்டுரையின் இத் தொகுப்பு முறையினை ஆமோதிக்கிறார்.

ஜெல் (Gell), ஹாக்ஸ் (Hawkes), ரைட் (Wright, 1960) என்பவர்கள் தடுப்புச் செயல் முறையின்படி (immunological techniques) சொலேனம் பேரினத்தின் (Solanum) மெக்ஸிகோ நாட்டைச் சேர்ந்த 15 இனங்களையும், தென் அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த 22 இனங்களையும் ஆராய்ந்தனர். ஆராய்ச்சிகளின் முடிவுகள் அமைப்பு வகைபாட்டியல் முடிவுகளை ஒத்திருந்தன. மற்றும் இதே முடிவுகளைச் செல்லியல், மரபியல் ஆய்வுகளும் தந்தன.

பூஞ்சைகளின் உறவு முறைகளை நிர்ணயிக்கச் சீலிகெர் (Seeliger, 1958) என்பவர் ஸீராலஜி முறையைப் பயன்படுத்தினர்.

ஃபேர் சகோதரர்களும் (Fair Brothers), ஜான்சன் (Johnson, 1961) என்பவரும் வீழ்படிவு மாறுபாட்டியல் (Precipitation Reaction) பயன்படுத்திப் புற்களின் உறவு முறைகளை நிர்ணயித்தனர்.

(ஆ) நிறமாலையறி முறை (Chromatography): ஒப்புமைத் தாவர வேதியியல் நிறமாலை அறிமுறையினால் (Chromatography) விரைவான முன்னேற்றம் ஏற்பட்டது. இம் முறை மிகச் சமீபத்தில் வளர்ந்த ஓர் அறிவியல் ஆய்வுத் துறையாகும்.

பிளினி (B.C. 23-79) பாபிரஸ் (papyrus) காகிதத்தைக் கால்நட் (gallnut) என்னும் கொட்டையின் சாரத்தில் (extract) நனைய வைத்து, அக் கொட்டையில் ஃபெர்ரஸ் சல்ஃபேட் (ferrous sulphate) இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார். இவ்வறிவியல் முதலில் 1861ஆம் ஆண்டில் ஷான்பீன் (Shonbein) என்பவரால் ஆரம்பிக்கப்பட்டது. காப்பெல்ஷ்ருடர் (Goppelsroeder, 1901) என்பவர் நுண்துளைப்பகுப்பு (capillary analysis) என்ற முறையினால் ஆய்வுகள் நடத்தினார். உண்மையான குரோமேடோகிராஃபி முறையில் 'டே' (Day) என்பவரும், ஸ்வெட் (Tswett) என்பவரும் ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொண்டனர். 'டே' என்பவர் பென்ஸில்வேனியாவில் (Pennsylvania) பெட்ரோலியம் (petroleum) தோன்றியதுபற்றி ஆயும்போது, சிறு களிமண்துகள்களின்மூலம் எண்ணெயைச் செலுத்தினால் அதன் நிறம் மாறுவதைக் கண்டார். மற்றோர் ஆராய்ச்சியின்மூலம் 'சிறுபகுதிப் பரவல்' (fractional diffusion) முறையின்மூலமாகப் பொருள்களைப் பகுத்துணரலாம் என்று கண்டுபிடித்தார். இவருடைய யோசனையின்பேரில் கில்பின் (Gilpin) முதலியவர்கள் இம் முறையில் ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொண்டார்கள்.

பொருள்களின் பரப்பு ஒட்டல் வரிசைகளுக்குத் (adsorption series) தகுந்த மாதிரி ஒழுங்குபடுத்தி அமைக்கலாம் என்று 'டே' என்பவரும், ஸ்வெட் என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர். பெட்ரோல்-ஈதர் பச்சையக் கரைசல் (Petrol-Ether Chlorophyll Solution) பரவல் தம்பத்தின் (diffusion column) மூலம் வடிகட்டினால், சாயப் பொருள் பரவல் வரிசைக்குத் தகுந்தவாறு மேலிருந்து கீழாகப் பல பகுதிகளாகப் பிரிந்து காணப்படும். இவ்விதமாகப் பரவல் நடைபெற்றபின் சுத்தமான கரைப்பானைப் (pure solvent) பயன்படுத்தினால் பிரித்தல் முறை முற்றுப்பெறுகிறது. இது நிறமாலையறி கருவி (Chromatogram) என்றும், இம் முறைக்கு நிறமாலை ஆய்முறை (Chromatography) என்றும் பெயர்.

இக் கண்டுபிடிப்புக்குப் பிறகும் இம் முறையை எல்லோரும் பின்பற்றவில்லை. பிளாக் (Block), துர்ரம் (Durram), ஸ்வீய்க் (Zweig) ஆகியவர்கள் எழுதிய 'நிறமாலையறிமுறைக் கையேடு' (Manual of Chromatography) என்னும் நூலில் இவ்விதமான ஆய்வு முறைக்குக் காரணமாகக் கேம்பிரிட்ஜைச் சேர்ந்த ஏ. ஜே. பி.

மார்டின் (A.J.P.Martin) என்பவர் ஆ.ர் கான்ஸ்டென் (R. Consden), ஏ.எச். கார்டன் (A.H. Gordon), ஆர்.எல்.எம். ஸின்ஜ் (R.L.M. Synge) முதலியவர்கள் மிகவும் முக்கியமானவர்கள் என்று குறிப்பிடுகிறார்கள்.

1941ஆம் ஆண்டில் மார்டின், ஸின்ஜ் என்பவர்கள் அமினோ அமிலங்களைப் பிரித்தறிவதுபற்றி இரு கட்டுரைகளை வெளியிட்டார்கள். 1944ஆம் ஆண்டில் கான்ஸ்டென், கார்டன், மார்டின் என்பவர்கள் தண்ணீரையும் வடிகட்டும் காகிதத்தையும் (filter paper) பயன்படுத்தி, காகித நிறமாறி ஆய்முறையை (paper chromatography) உருவாக்கினார்கள். இவர்கள் இரு பரிமாண (two-dimensional) நிறமறி ஆய்முறையையும் கண்டுபிடித்தார்கள்.

பேரினமட்டத்தில் தாவர வேதியியல் ஆய்வுகள் (Some Phyto-Chemical Studies at the Genus Level): பெருங்குடும்பமட்டத்தில் தாவர வேதியியலைப் பயன்படுத்தும் முறையை மோரிட்ஸ், ரோன் என்பவர்கள் ரோயிடேல்ஸ் மூலமாக ஆராய்ந்து அறிந்தனர். ஜான்சன், பாம், ஹாய்மண்ட் என்பவர்கள் குடும்பமட்டத்தில் எவ்வாறு தாவர வேதியியல் ஆய்வுகள் வகைபாட்டியலுக்குப் பயன்படுகின்றன என்று கண்டுபிடித்தார்கள். புரோடோபைன் இருப்பது, இல்லாதது என்பதை ஆதாரமாகக்கொண்டு குடும்பங்களையும், துணைக்குடும்பங்களையும் பகுத்துணரலாம்.

யுகாலிப்டஸ் (Eucalyptus) தாவர வேதியியல் யுகாலிப்டஸ் பேரினத்தின் வகைபாட்டியலுக்கு எவ்வாறு உதவுகின்றது என்று காண்போம்.

அரோமாடெண்ட்ரான் (Aromadendron) என்ற இலையும் கொப்பும் மணமுடைய மரம் யுகாலிப்டஸுடன் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. இப் பேரினத்தின் பெரும்பாலான இனங்கள் ஆஸ்திரேலியாவில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. ஆஸ்திரேலியாவில் எல்லா இடங்களிலும் இம் மரம் காணப்படுகிறது.

1944ஆம் ஆண்டில் 'ஆஸ்திரேலியாப் புதர்களின் வேதியியல்' (Chemistry of Australian Bush) என்ற ஆய்வுக் கட்டுரையை ரீட் (Read) என்பவர் எழுதியுள்ளார். ஒயிட் (White, 1790) என்பவர் எழுதிய பயணக்கட்டுரையில் யுகாலிப்டஸ் பைபெரிடா (Eucalyptus Piperita) என்னும் மரம் பெப்பெர்மின்ட் மரம் (Peppermint Tree) என்று அழைக்கப்படும் என்றும், இதிலிருந்து எடுக்கப்படும் எளிதில் ஆவியாகும் எண்ணெயும், மென்தா பைபெரிடா (Mentha Piperita) என்றும், லேபியேடேக் (Libiatae) குடும்பச் செடியிலிருந்து எடுத்த

எளிதில் ஆவியாகும் எண்ணெயுடன் ஒத்துள்ளது என்றும் கண்டு பிடித்தார்.

யுகாலிப்டஸின் இனங்களுக்குப் பலவிதமான வேதிப் பொருள் களின் தன்மைகளுக்கேற்றவாறு பெயர்கள் வைத்துள்ளார்கள். (உ.ம்.) யு. ஆஸ்டிரிஞ்ஜென்ஸ் (E. astringens), யு. கேம்ஃபோரா (E. camphora), யு. ஸிட்ரி ஓடோரா (E. citriodora), யு. மெல்லியோ டோரா (E. melliodora), யு. ரெஸினிஃபெரா (E. resinifera).

யுகாலிப்டஸிலும், ஆங்கோஃபோராவிலும் தோல் பதனிடும் டான்னின்கள் (tannins) இருப்பதாக மெய்டென் (Maiden, 1888) என்பவர் ஆராய்ந்து கூறுகிறார். பல யுகாலிப்டஸ் இனங்களில் கினோஸ் (kinos) என்னும் பொருள்கள் காணப்படுகின்றன. 1897ஆம் ஆண்டில் பேகர், ஸ்மித் (Baker and Smith) என்பவர்கள் யுகாலிப்டஸ் எண்ணெய்களின் வேதியியலை ஆராய்ந்து, இனங் களின் வேதியியல்பிற்கும் அமைப்பு வகைபாட்டியலுக்கும் நெருங்கிய ஒற்றுமை இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார்கள்.

'யுகாலிப்டஸ் வட ஆஸ்திரேலியாவில் ஆங்கோஃபோரா விலிருந்து தோன்றியது; அங்கிருந்து தெற்கு நோக்கிப் பரவிற்று. பரிணாமமட்டத்தின் கீழ்நிலையில் உள்ள தாவரங்களில் இறகு போன்ற நரம்புகளும், பினீனும் (pinene) காணப்படுகின்றன. பரிணாமமட்டத்தில் உயர்நிலையில் உள்ள இனங்களில் இடைநிலை யான நரம்பு அமைப்பும், எண்ணெயுடன் பினீன், ஸினியோல் (cineol) போன்ற பொருள்களும் உள்ளன. மிகச் சமீபத்தில் தோன்றிய இனங்களில் வண்ணத்துப்பூச்சி இறகு போன்ற நரம் பமைப்பும் எண்ணெயுடன் ஃபெல்லண்ட்ரீன் (phellandrene), பைபெரிடோன் (piperitone) அல்லது ஜிரானில் அஸிடேட் (geranyl acetate) முதலிய வேதிப் பொருள்களும் உள்ளன' என்று பேகர், ஸ்மித் என்பவர்கள் ஆராய்ந்து அறிந்தார்கள்.

தற்காலம் (The Present): உயர்தாவரங்களில் குறிப்பிட்ட ஒரே மாதிரியான வேதி அமைப்புக் காணப்படுகிறது. அதனால் அவை ஒரே மரபியல் வழியிலிருந்து (monophyletic) தோன் றியவை என்று கிப்ஸ் கூறுகிறார். இந்த அடிப்படையான ஒற்றுமை யிலிருந்து சில சிறிய வேறுபாடுகள் உள்ளன. அவை ஸீராலஜி முறைப்படி கண்டுபிடித்துக்கொள்ளலாம்.

உயர்தாவரங்களில் உள்ள லிபிடுகள் (Lipids) ஒரே மாதிரியாக உள்ளன. கொழுப்பு, எண்ணெய்ச் சேமிப்புப்பொருள்களாக உள்ள வற்றில் மாறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. ஹாப்கின்ஸ், மேரி சிஸாம் (Hopkins and Mary Chisholm, 1959, 60, 62) என்பவர்கள்

தாவர விதைகளில் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள கொழுப்பு அமிலங்களைப்பற்றி ஆராய்ந்தனர்.

கம்பாஸிடேக் குடும்பத் தாவரங்களில் அஸிடிலினிக் சேர்மங்களைப்பற்றிச் (acetylenic compounds) சோரன்ஸன் (Sorunsen, 1953) ஆராய்ந்தார். ஹாட் (Hatt) என்பவரும், அவரது தோழர்களும் ஒலகேசி (Olacaceae), ஸான்டலேசீக் (Santalaceae) குடும்பத்தாவரங்களில் உள்ள அஸிடினிலின் அமிலங்களைப்பற்றி 1954ஆம் ஆண்டு முதல் 1960ஆம் ஆண்டு வரை ஆராய்ந்து பல ஆய்வுக் கட்டுரைகளை எழுதியுள்ளார்கள். கொழுப்புப் பொருள்களைப் போலவே, ஆல்கலாய்டுகளும் பல தாவரங்களில் கிடைக்கின்றன. இவை வகைபாட்டியலுக்குப் பயன்படுகின்றன.

ஃபீனுலிக் பொருள்கள் (phenolic substances) தாவரங்களில் பொதுவாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் வியாபகம் வகைபாட்டியலில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பீட்ருட்டில் காணப்படும் சிவப்பு நிறமியல் நைட்ரஜன் (Nitrogen) இருப்பதாகவும், அதனுல் இவை இயல்பான ஆந்தோஸியானினிலிருந்து மாறுபட்டவை என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதற்கு நைட்ரஜனுடைய ஆந்தோஸியானின் (nitrogenous anthocyanins) என்று பெயர். இவற்றிற்கு இப்பொழுது பீடாஸியானின்கள் (betacyanins) என்று பெயர் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவை சென்ட்ரோஸ்பெர்மே (centrospermae) என்ற தாவரத் தொகுதியில் காணப்படுவதாகக் கிப்ஸ் கூறுகிருர். பீடாஸியானின்களும், ஆந்தோஸியானின்களும் ஒரேவிதமான குடும்பங்களில் கிடைப்பதில்லை. டிரீய்டிங் (Dreiding) என்பவர் பீடாஸியானின்கள் கிடைக்கும் தாவரங்களின் அட்டவணையைத் தருகிருர்.

1. கீனபோடியேசீ (Chenopodiaceae): பீடா (Beta), கீனபோடியம் (Chenapodium), கோச்சியா (Kochia), சுவேடா (Suaeda).

2. அமராந்தேசீ (Amarantaceae): அமராந்தஸ் (Amaranthus), ஸிலோஷியா (Celosia), ஏர்வா (Aerva).

3. நிக்டாஜினேசீ (Nyctaginaceae): போகைன்வில்லியா (Bougainvillea), மிராபிலிஸ் (Mirablis)

4. ஃபைடலக்கேசீ (Phytalocaceae): ஃபைடலக்கா (phytalacca), ரிவீனியா (Rivinia), டிரைகோஸ்டிக்மா (Trichostigma)

5. அய்ஸாயேசீ (Aizoiceae): ஸெசுவியம் (Sesuvium), மீசம்பிராந்திமம் (Mesembryanthemum) முதலியவை.

6. போர்சிகலகேசீ (Portulaceae): போர்ச்சுலகா (Portulaca), கலாண்டிரினியா (Calandrinia).

7. பேஸெல்லேசீ (Basellaceae): பேஸெல்லா (Basella)

8. கேக்டேசீ (Cactaceae): பெரெஸ்கியா (Pereskia), மாமில்லேரியா (Mamillaria), மெலோகேக்டஸ் (Melocactus), ரெபூடியா (Rebutia) முதலியவை.

மேலே கூறிய குடும்பங்களுடன் கேரியோஃபில்லேசீ (Caryophyllaceae) சேர்க்கப்படவில்லை. நிக்டேஜினேசீ, ஃபைடோலக்கேசீ, அய்ஸாயேசீ, கேக்டேசீ முதலிய தாவரங்களில் ராஃபைடுகள் உள்ளன; ஆனால், ராஃபைடுகள் கேரியோஃபில்லேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களில் காணப்படுவதில்லை.

ஃபீனலிக் பொருள்களைப்பற்றியும், அவற்றை வகைபாட்டியலுக்குப் பயன்படுத்தும் விதம்பற்றியும் ஸ்வைன், பேட் ஸ்மித் (Swain and Bate Smith, 1956), பேட்ஸ்மித் மெட்காஃப் (1957), கிப்ஸ் ஆகியவர்கள் ஆய்வுக்கட்டுரைகளை வெளியிட்டுள்ளார்கள்.

'ஆல்கலாய்டுகள், ஸயனோஜெனிடிக் குளுகோஸைடுகள், ஃபீனலிக்ஸ் முதலிய பொருள்கள் தாவர வகைபாட்டியலுக்குப் பயன்பட்டபோதிலும், இப் பொருள்களினால் அத் தாவரங்களுக்கு எவ்விதமான பயனும் ஏற்படுவதில்லை. எனவே, இப் பொருள்கள் அத்தகைய தாவங்களில் 'இரண்டாந்தரப் பொருள்கள்' (secondary substances) என்றும், அவை ஓர் இலக்கினலன்றி (design) தற்செயலாக உண்டாக்கப்படுகின்றன என்றும் கிப்ஸ் கூறுகிறார்.

ஃபிரீன்கெல் (Ferankel) என்பவர் தாவரங்களில் உண்டாக்கப்படும் இரண்டாந்தரப் பொருள்கள் அவற்றை உண்டு வாழும் பூச்சிகளுக்கேற்றவாறு அல்லது பூச்சிகளை அணுகாதவாறு அமைந்துள்ளன என்று கூறுகிறார்.

எதிர்காலம் (The future): வரலாற்று ஆசிரியன் பழமையையும், எதிர்காலத்தையும் நோக்குகிறான். அவன் புத்திசாலியாக இருந்தால், எதிர்காலத்தைப்பற்றி எழுத மாட்டான். ஆனால், எதிர்காலத்தைப்பற்றி எண்ண அவனுக்கு உரிமையுண்டு.

எதிர்காலத்தில் தாவரங்கள் அனைத்தும் அவற்றின் வேதிப் பொருள்களைப்பற்றி ஆய்வுகள் தொடர்ந்து நடைபெறும். அப் பொருள்களைத் தனித்தெடுத்து அறிந்து, அவற்றின் பண்புகள் உணரப்படும். இங்ஙனம் குவிந்த தகவல்கள் இயந்திரம் மூலம் தாவர வகைபாட்டியலுக்குப் பயன்படுத்தப்படும். இதனால் வேதி வகைபாட்டியல் வளரும் என்பதில் ஐயமில்லை.

11. அமைப்பியல்
(Morphology)

பழங்காலத்தில் வாழ்ந்த அறிஞர்கள் தாவரங்களின் அமைப்புகளைக் கூர்ந்து கவனித்து, அவற்றைப்பற்றிய சில கருத்துகளைச் சொல்லியுள்ளார்கள். தாவரங்களைப்பற்றிய செய்திகள் பல இலக்கியங்களிலும், அவற்றைப்பற்றிய படங்கள் ஓவியங்களிலும், சித்திரங்களிலும், கல்வெட்டுகளிலும் காணப்பட்டன. பழங்கால அறிஞர்கள் அறிவியற்கருத்துகள் அனைத்தையும்பற்றிப் பல விதமான பொதுக்கருத்துகளைக் கூறி வந்துள்ளார்கள். எனவே, இவர்கள் தத்துவ ஞானிகள் என்று அழைக்கப்பட்டார்கள்.

உருமாற்றத் தத்துவம்: மனிதனின் நாகரிகம் வளர வளர, அவன் தன் நன்மைக்காகத் தாவரங்களது உதவியை மேலும் மேலும் நாட ஆரம்பித்தான். உதவும் தாவரங்களைக் கண்ணுறும் போது, அவற்றை இனம் கண்டுகொள்வது அவசியமாகிறது. அவற்றை இனம் கண்டுகொள்ளுவதற்கு அவற்றின் புற அமைப்பியல்புப் பண்புகள் (morphological characters), தாவரங்களின் வளர் இயல்பு (habit), வளரிடம், அவற்றின் உயரம், கிளையமைப்பு, தண்டு, இலை, பூக்கள், கனிகள், விதைகளின் இயல்பு முதலான பண்புகளை மெதுவாக அவன் நினைவில் நிறுத்திக்கொள்ள ஆரம்பிக்கிறான்; பிறகு அத் தாவரங்களில் புற அமைப்பியல் பண்புகளோடு மற்றத் தாவரங்களின் புற அமைப்பியல் பண்புகளையும் ஒப்பிட்டு நோக்கி, அவற்றிற்கிடையேயுள்ள ஒற்றுமை, வேற்றுமைகளை ஆராய்கிறான். பயன்தரும் தாவர உறுப்புகளைமட்டுமே அறிந்தவன், இப்பொழுது அவ்வுறுப்புகளையுடைய தாவரத்தின் மற்றப் பண்புகளையும் அறிந்து, மற்றத் தாவரங்களுடன் ஒப்பிட்டு நோக்கும் திறன்பெற்ற 'தாவரவியலறிஞன்' (Botanist) ஆகிவிடுகிறான். அவன் தெரிவித்த கருத்துகள் தாவரவியலறிவின் வளர்ச்சிக்குத் துணைபுரிபவையாகவும் உள்ளன.

தாவரங்களைப்பற்றி உண்டாகிய முதல் துணையியல் (branch of botany) வகைபாட்டியலாகும். பிறகு புற அமைப்பியலும், உள் அமைப்பியலும் (anatomy) ஏற்பட்டன.

லின்னயிஸ் தமது ஃபிலசாபிகா பொடானிகா (Philosophica Botanica) என்ற நூலில் அமைப்பியல்பற்றி மேலெழுந்தவாரி யாகக் குறிப்பிடுகிறார்; தாவரங்களில் ஓர் அமைப்பிலிருந்து மற்றோர் அமைப்பு வளருகின்றது என்ற கொள்கையினைக்கொண் டிருந்தார்; இலைகளும், பூவுறுப்புகளும் தண்டுகளின் பாகங் களிலிருந்து தோன்றுகின்றன என்றும், பூவிலைகள் (floral leaves) இலைகளினின்றும் மாறுபட்டுத் தோன்றியவை என்றும் கருதினார்.

காஸ்பார் ஃபிரெடெரிக் வுல்ஃப் (Caspar Frederick Wolf) வளர் முனையிலிருந்து (growing point) உறுப்புகள் எவ்வாறு வளரு கின்றன என்று ஆராய்ந்தார்.

தத்துவக் கவிஞரான கோதே (Goethe, 1749-1832) தாம் ஆய்ந்து வெளியிட்ட உயிரியல் கருத்துகளுக்கு உருமாற்றத் தத் துவம் (Doctrine of Metamorphosis) என்றதலைப்பினைத் தந்தார். இவ்விதமான தலைப்பு சில உயிரினங்களின் வாழ்க்கை வட்டத் திற்குப் பொருத்தமானதாக இருந்தபோதிலும் தாவரங்களின் வாழ்க்கைவட்டத்தில் (life-cycle) இவ்வித உருமாற்றம் எதுவும் நிகழுவதில்லை. இக் கருத்தின்படி தாவரங்களின் சில வெளி யுறுப்புகள் மாறி, அதற்கடுத்த பகுதியைக் கொடுக்கிறது எனக் கருதப்பட்டது. உருமாற்றக் கருத்தில் 'மேல்நோக்கிய உரு மாற்றம்' (ascending matamorphosis) என்றும், இயற்பிற்குப் புறம் பான (abnormal) 'கீழ்நோக்கிய உருமாற்றம்' (descending metamo- rphosis) என்றும் இருவிதமான கருத்துகளைக் கொண்டிருந்தார். இயல்பான உருமாற்றத்தினால் சாதாரணமாக உள்ள இலை விரிந்து புல்லிதழாக (sepal) மாறலாம். இதே இலை இயல்பிற்குப் புறம் பான உருமாற்றத்தினால் சுருங்கி, மகரந்தத்தாள் (stamen) ஆகலாம் என்று எண்ணினார். ஒவ்வொரு தாவரத்திற்கும் ஓர் அடிப்படையான அமைப்பு (fundamental plan) உண்டு என்ற பிளா டோவின் (plato) பழைய வகைக் (archetype) கருத்தினைப் பின் பற்றினார். 'தாவரங்களில் காணும் சுழல்போக்கு (cyclic tendency) பெண்ணைக் குறிக்கிறது; செங்குத்துப் போக்கு (vertical tendency) ஆணினைக் குறிக்கிறது' என்ற புறக்கோலமான, உண்மை நிலைக்கு மாறுபட்ட, ஒவ்வாத தத்துவத்தை இவர் நம்பினார். இக் கருத்து இக் கால அறிவியலுக்குச் சிறிதும் பொருந்தாதது. இருப்பினும், உயிரினங்கள் மாறும் தன்மையுடையவை என்பதை இவர் கருத்து களிலிருந்து அறிகிறோம்.

இலையடுக்கும் (phyllotaxy) பற்றி கே. எஃப். ஷிம்பெர் (K.F. Schimper) ஆராய்ந்தார்; திருகு (spiral) முறையில் அமைந்த இலைகள் $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$ என்ற ஒழுங்கில் அமைந்துள்ளன என்று கண்டார். தாவர உறுப்புகள் மேலெழுந்தவாரியாகப் பார்க்கும் பொழுது ஒழுங்கின்றிக் காணப்பட்டாலும் நுணுகி ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது அவை யாவும் ஓர் ஒழுங்கிற்குக் கட்டுப்பட்டு அமைந்துள்ளன என அறிகிறோம். தாவரங்களில் காணும் உறுப்புகள் யாவும் குறிப்பிட்ட அவ்வவற்றிற்குரிய இடங்களில் காணப்படுகின்றன.

அலெக்ஸாண்டர் பிரான் (Alexander Braun, *1805-1877*) தாவரங்களின் வளர்ச்சி அமைப்பில் காணும் தத்துவங்களைப் பற்றி ஆராய்ந்து சில கருத்துகளைக் கூறினார். இவர் தாவர உறுப்புகளான வேர், தண்டு, இலை முதலியவற்றிற்கான வேற்று மைகளைப்பற்றித் தெளிவாக அறிந்திருந்தார். இவருடைய மற்றக் கருத்துகளாவன: இலைகளுடன்கூடிய தண்டு ஒரு தொகுதி; வேர் இதனின்றும் மாறுபட்டது. தண்டுத்தொகுப்பின் (shoot system) வளர்ச்சியில் படிவிதமான கடாஃபில்லரி (cataphyllary), யூஃபில்லரி (euphyllary), ஹிப்சோஃபில்லரி (hypsophyllary) என்ற இதழ்கள் மகரந்தத்தாள், சூலகம் போன்ற மாறுதல்களைப் பெறு கின்றன. இம் மாறுதல்களை அடைந்த தண்டுத்தொகுப்பு நிறைவு பெற்றது.

ஷ்லீய்டன் (Schleiden, *1804-1881*) என்பவருக்கு முன்னர் வாழ்ந்த உயிரியலறிஞர்களின் (biologists) கருத்துகளும், ஆய்வு களும் தவறான போக்கின் அடிப்படையில் அமைந்தவை; அவை உண்மைக்கு மாறானவை என்று இவர் குறை கூறினார். இவ் விதமாக இவர் குறைகள் பலவற்றை எடுத்துக் கூறியதால், பல தாவரவியலறிஞர்கள் மேலும் மேலும் தாவரங்களைப்பற்றி ஆராய்ந்தனர். மாறுபட்ட உருவ அமைப்பைப் பெற்ற தாவரங்களிடையே ஏ.பி.டி கண்டோல் (A.P. De Candolle, *1778-1841*) என்பவர் ஓர் ஒற்றுமையைக் கண்டார்.

தாவரங்களில் காணும் சந்ததி மாற்றம் (Alternation of Generation in Plants) : வில்ஹெல்ம் ஹாஃப்மீய்ஸ்டர் (Wilhelm Hofmeister, (*1824-1877*) என்பவர் தமது மாணவப் பருவத்தில் பள்ளி யிலும், கல்லூரியிலும் தாவரவியலைப்பற்றிப் பாடமாகப் படிக்க வில்லை. எனினும், இவர் தாவரவியல்பற்றித் தீவிரமாக ஆராய்ச்சி செய்து, அவர் கண்ட கருத்துகளை இரு நூல்களின் வாயிலாக வெளி யிட்டார்; அத்துடன் பல ஆராய்ச்சி மாணவர்களையும் தாவரவியல் ஆராய்ச்சியில் ஈடுபாடு உண்டாகும்படி செய்தார். இவர் பிறை

யோஃபைட்டுகள் (Bryophytes) என்ற தாவரத்தொகுதிகள்பற்றிக் குறிப்பாக ஆந்தோஸிரோஸ் (Anthoceros) பற்றி ஆராய்ச்சி நடத்தினர். இவர் காலம் வரை பிரையோஃபைட்டுகளைப் பாலினப் பெருக்கம் (sexual reproduction) நடைபெறாத தாவரங்கள் என எண்ணியிருந்தார்கள். இவர்தான் முதன்முதலில் இவ்வகைத் தாவரங்களில் பாலினப்பெருக்கம் நடைபெறுவதை நிரூபித்தார். தாவரங்களில் காணும் 'சந்ததி மாற்றத்தினை' (alternation of generation) இவர் நிரூபித்தார்.

நாகெலி (Nageli) என்பவர் பரணிகளின் (ferns) புரோதால்லிஸ்களில் (prothalli) காணும் ஆண் இனப்பெருக்கு உறுப்பாகிய (male reproductive part) ஆந்தரீடியத்தையும் (antheridium), ஸெஸ்ஸைக் - சூமிஸ்கி (Seszcyc - Sumisky, 1847) என்பவர் அவற்றில் பெண் இனப் பெருக்கு உறுப்பாகிய (female reproductive part) ஆர்க்கிகோனியத்தையும் (archegonium) கண்டுபிடித்தனர். இக் கண்டுபிடிப்புகள் தாவர உலகில் பெரும் சாதனைகளாகக் கருதப்பட்டன. மற்றும் ஆந்தரீடியத்தில் உள்ள ஆந்தரோஸோவாய்டுகளையும் (antherozooids), அவற்றில் உள்ள அசை விழைகளையும் (cilia), ஸைகோட்டிலிருந்து (zygot) கருவின் வளர் முறையும் (development), கருவிலிருந்து பல உறுப்புகள் எவ்வாறு வளர்கின்றன என்பதையும் விளக்கினர். இத்தகைய கண்டுபிடிப்புகளினால் டெரிடோஃபைட்டுத் தாவரத்தொகுதிகளின் (pteridophyte group of plants) பால்தன்மை (sexuality) உறுதியாக்கப்பட்டது. இத் தாவரங்களில் பாலின உறுப்புகள் பின்னர்க் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

ஹாஃப்மீய்ஸ்டர் ஈகுவிஸெடத்தின் (Equisetum) ஸ்போர்களை (spores) முளைக்கப்போட்டு அவற்றிலிருந்து புரோதால்லிஸ்கள் எவ்வாறு தோன்றுகின்றன என்பதையும், அவற்றில் இனப்பெருக்கு உறுப்புகள் உண்டாவதையும் அறிந்தார். ஐசாயிட்ஸின் (Isoetes) வாழ்க்கை வரலாறு (life history) முழுவதையும் கோவையாகக் கண்டுபிடித்தார்.

ஃபார்லோ (Farlow, 1844-1919) என்பவர் பரணிகள் காமிடோஃபைட்டிலிருந்து (gametophyte) உண்டாகிய கேமீட்டுகள் இணையாமல் ஸ்போரோஃபைட்டுகளை (sporophytes) உண்டாக்குகின்றன என்றும் கண்டுபிடித்து, இவ் வகையிலான செயல் முறைக்கு அபோகமி (apogamy) என்றும் பெயரிட்டார்.

பிரிங்ஷீம் (Pringsheim) மாஸ்களில் (mosses) ஸ்போரோஃபைட்டிலிருந்து ஸ்போர் உண்டாகி, அதிலிருந்து காமிடோஃ

பைட்டு உண்டாக்காமல், ஸ்போரோஃபைட்டு நேரிடையாகக் காமிடோஃபைட்டை உண்டாக்கும். செயல் முறையான அபோஸ் போரி (apospory) இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார்; மரங்களில் ஸ்போரோஃபைட்டும், காமிடோஃபைட்டும் ஒரே மாதிரி யானவை என்றும், ஸ்போரகங்கள் (sporangia) ஆந்தரீடியா, ஆர்க்கிகோனியா போன்றவை என்றும் கருதினர்; மரங்களில் காணும் சந்ததி மாற்றம் தால்லோஃபைட்டா (Thallophyta) வகைத் தாவரத்தொகுதியில் பாலில்லாத (asexual) பல நிலைகள் (stages) இல்லாமற்போனதனல் ஏற்பட்டவை என்றும் நினைத்தார்.

செலோகோவ்ஸ்கி (Celakowsky, 1834-1902) என்பவர் பிரிங் ஷீமின் தாவரவியல் ஆய்வுக் கருத்துகளை ஆதரித்தார். மாஸ்களின் ஸ்போரோஃபைட், காமிடோஃபைட்டிற்கு முந்தியது என்றும், அது பால், பாலில்லாச் சந்ததிகளுக்கிடையே அமைந்த மூன்ருவது வகைச் சந்ததி என்றும் கருதினர்.

பேரறிஞர் எஃ. ஓ. பவர் (F.O. Bower, 1855) ஸைகோட் பெரி தாகி, இடையில்உள்ள ஸ்போரோஃபைட்டை உண்டுபண்ணுகிறது என்று கூறினர். இவரது மற்றக் கருத்துகளாவன: 'இரு செல்கள் இணைந்து ஸைகோட் உண்டாகி, அது பல செல்களாகப் பிரிந்து, தாவரம் தோன்றுவதற்கு வழி கோலுகிறது. பரிணும மட்டத்தின்கீழுள்ள (primitive) தாவரங்களின் ஸ்போரோ ஃபைட்டுகள் முழுவதும் ஸ்போர்களை உண்டாக்கக்கூடிய ஆற்றல் பெற்றவை. ஸ்போர்களின் அளவு அதிகரிக்கும்பொழுது, ஸ்போரோஃபைட்டுகளின் திசுக்கள் படிப்படியாக வளமற்றுப் போய் (gradual sterilization) ஒரு சிறிய ஸ்போரோஃபைட்டுப் பகுதிமட்டும் ஸ்போர்களின் உற்பத்திக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. டெரிடோஃபைட்டு வகைத் தாவரங்களில் காணும் இத்தகைய படிப்படியான வளமிலாத்தன்மை, அவற்றில் காணப்படும் பரிணுமத்தின் பல நிலைகளைக் குறிக்கின்றது. ஆர்க்கிகோனியம் உடைய தாவரங்கள் (Archeqoniatae) பாசிகளிலிருந்து (algae) தோன்றியிருந்தாலும், பாசிகளில் ஸ்போரோஃபைட்டுப் பகுதிகள் இல்லையா. தாவரங்கள் முதலில் நீரில் வாழ்ந்தன (aquatic); பிறகு நிலம் வாழ்பவையாக (terrestrial) மாறின. இத்தகைய மாறுதல் ஏற்பட்டபொழுது தாவரங்கள் பாலினப்பெருக்கம் என்ற ஓர் இனப்பெருக்கு விதத்தையே சார்ந்திராமல் மற்றப் பாலிலா முறையிலும் பெருக்கம் அடையும் முறைகளைப் பெற்றன. ஸைகோட் கருவுற்றவுடன் (fertilisation) பல பகுப்புகளுக்குப் பின் (division) நீரின்மையினல் பரவுதலை நாடுகிறது. நிலத்தில் தாவரங்கள் வாழ ஆரம்பித்ததும், ஸ்போரோஃபைட்டுகள் உயர் தரமான அமைப்பியல், செயலியல் மாறுபாடுகளை அடைகின்றன;

அவற்றில் உணவு தயாரிப்பது மிகவும் முக்கியமானதாகக் கருதப் படுகிறது.'

அறிஞர் 'பவர்' தாம் முன்பு கொண்ட பல கருத்துகளையும் பிறகு மாற்றியமைத்துக்கொண்டார். உதாரணமாக, முதலில் ஆந்தோஸீரோஸ் தாவரம், பிரையோஃபைட்டு வகைத் தாவரங்களில் பரிணாம நிலையில் மிகவும் உயர்ந்த நிலையில் உள்ளதெனக் கருதினார். இதற்கு முன்னேற்றமான பரிணாமம் (progressive evolution) காரணமெனக் கொண்டார்; சிறிது காலத்திற்குப் பிறகு, ஆந்தோஸீரோஸ் பரிணாம நிலையில் மிகவும் பின்தங்கியது என்றும், அதற்குப் பின்னோக்கிய பரிணாமம் (retrogressive evolution) காரணம் என்றும் கருதினார்; ஆர்க்கிகோனியோடே வகைத் தாவரங்களில் காணப்படும் சந்ததி மாற்றத்தினை அதன் தகுதி அடிப்படையிலேயே ஆராய வேண்டுமேயொழிய, அவற்றுடன் பாசிகளையோ பூஞ்சைகளையோ (fungi) ஒப்புநோக்கி ஆராய்தல் கூடாது என்று கருதினார்; தாவரங்களின் பரிணாம முன்னேற்றத்தில் உடல் முன்னேற்றம் (advanced thallus), இனப்பெருக்கு செல்கள் (reproductive cells) படிப்படியாக வளமிலாத் தன்மை அடைவதைப் பொறுத்தது என்று கருதினார்.

அறிஞர் ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் (Strasburger) ஸ்போரோபைட்டின் ஆன்டிதெடிக் கருத்தினை (antithetic concept) ஆதரித்தார்; இது பாலினப் பெருக்கத்திற்கு வகை செய்து, கேமீட்டுகள் இணைந்து, மீண்டும் இருமயக் குரோமோசோம்கள் (deploid chromosomes) உண்டாவதற்குரிய வழி செய்கின்றது என்று கருதினார்.

அமைப்பியல் ஆய்வில் முன்னோடிகளாக (pioneers) இருந்தவர்களைத் தொடர்ந்து அறிவியல் அடிப்படையிலான ஆராய்ச்சிகள் தொடர்ந்து நடைபெற்றன. இவ்வாராய்ச்சிக்கு 'அடிப்படை அமைப்பியல்' (Fundamental Morphology) என்று பெயர். பரிணாம மட்டத்தின் கீழ் நிலையில் உள்ள தாவரங்களின் அமைப்பியல் பற்றிப் பல ஆராய்ச்சிகள் நடந்தன. தால்லோஃபைட்டா என்ற தாவரத்தொகுதியினை 1836 ஆம் ஆண்டில் எண்ட்லிகெர் (Endlicher, 1805-1849) என்பவர் உருவாக்கினார்; தண்டு, கிளை, இலை என்று பிரித்துணர முடியாத உடலத்தைப் (thallus) பெற்ற தாவரங்களை இத் தொகுப்பின்கீழ் வைத்தார். இவற்றின் பால் உறுப்புகள் (sex organs) ஒரு செல்லினால் ஆகியவை; அல்லது பல செல்களினால் ஆகியவை. எங்ஙனமேனும் பால் உறுப்புகளைச்சுற்றிலும் ஒரு 'வளமிலாச் செல் அடுக்கு' (sterile layer of cells) காணப்படுவதில்லை. இத் தொகுதியின்கீழ்ச் சுயஜீவிகளான (autotrophs) பாசிகளும், பரஜீவிகளான (heterotrophs) பூஞ்சைகளும் அடங்கும்.

வவுச்செர் (Vaucher, 1803) என்பவர் பாசிகளில் கான்ஜூகேஷன் (conjugation) என்ற பால் இனப்பெருக்கு முறையினைக் கண்டுபிடித்தார். பிரிங்ஷீம், சாப்ரோலிக்னியா (saprolegnia) என்ற பூஞ்சையில் கருவுறுதலைக் கண்டுபிடித்தார். இவ்வாராய்ச்சிகளைத் தொடர்ந்து துலஸ்னி Tulasne), ஓர்ஸ்டெட்(Orste'd), டி பாரி (De bary முதலியவர்கள் பூஞ்சைகளில் பல ஆராய்ச்சிகளைச் செய்து, பாலினப் பெருக்கு முறைகளையும், பாலிலா இனப்பெருக்கு முறைகளையும் (asexual reproduction) கண்டுபிடித்தார்கள்.

பூக்கும் தாவரங்களின் (angiosperms) அமைப்பியல்புகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதற்குப் பிறகுதான் தாலலோஃபைட்டாத் தொகுதித் தாவரங்களில் உள்ள அமைப்பியல்களைக் காண வேண்டும், தெரிய வேண்டும் என்ற அவாவினால் பல ஆராய்ச்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. மாஸ்களில் உள்ள ஆந்தரீடியாக்களை ஹெட்விக் (Hedwig) என்பவரும், ஸ்ஃபாக்னம் மாஸ் (Sphagnum Moss) ஆந்தரீடியாவிலிருந்து ஆந்தரோஸோவாய்டுகள் வெளியாவதை, நீஸ் வான் எஸ்ஸென்பெக் (Nees Von Essenbeck) என்பவரும் கண்டுபிடித்தார்கள்.

மார்க்கான்ஷியாவின் (Marchantia) அமைப்பையும், அதன் ஜெம்மேயின் (gemmae) வளர்முறையினையும், ஸ்போர் முளைக்கும் விதத்தையும், மிர்பெல் (Mirbel, 1776 - 1854) கண்டுபிடித்தார். இவர் ஆர்க்கிகோனியத்தில் உள்ள எக் செல்லைக் (egg cell) கண்டு பிடித்தார். ஆனால், அதுதான் பெண் கேமீட் (femal gamete) என்ற அதன் முக்கியத்துவத்தை உணரவில்லை.

ராபெர்ட் பிரௌன் (Robert Brown) என்பவர் மரங்களைப்பற்றி ஆராய்ச்சி நடத்தினார். அக் காலத்தில் நிலவிய கருத்துப்படி, மாஸ்களின் ஸ்போர்களை விதைகள் என்று நினைத்தார்கள்.

ஷ்லீய்டன் என்பவர் மாஸ்கள், லைகோபோடியம் (Lycopodium), ஈகுவிசிடம், பரணி போன்ற தாவரங்களில் பாலினப் பண்பு கிடையாது என எண்ணினார்.

12. மலர் அமைப்பியல்

(Floral Morphology)

பூக்களின் எண்ணிக்கைக்கும், அவற்றின் ஆயுள்காலத்திற்கும் தலைகீழ் உறவுமுறை உள்ளது (inverse relationship) எனக் கெர்னெர் (Kerner) என்பவர் குறிப்பிடுகிறார். ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களில் உள்ளதைப்போல ஒரு தாவரம் ஒரு பருவத்தில் (season) ஒரே ஒரு பூ உண்டாக்குவதானால், அப் பூ பல நாள்களுக்கு உயிரோடு இருந்து பூச்சி மகரந்தச் சேர்க்கைக்குரிய (insect pollinated) வாய்ப்புகளைப் (chances) பெருக்குகின்றது. பெரியதொரு மஞ்சரியாக இருந்தால், அது பல மகரந்தத் தாள்களையும், ஏராளமான மகரந்தத்தையும் உண்டாக்கும். இம் மஞ்சரியில் உள்ள பூக்கள் சிறிது காலமே உயிர் வாழும். சில வகையான ஆர்க்கிட்டுகள் (orchids) பூக்கள் ஒன்று முதல் மூன்று மாதங்கள் வரை உயிருடன் இருக்கும். பூக்களின் வாழ்வுக் காலத்திற்கும் (longevity) மகரந்தச் சேர்க்கைக்கும் தொடர்பு உண்டு; நீண்ட நாள்கள் உயிரோடு வாழும் சில பூக்களில்கூட மகரந்தச் சேர்க்கைக்குப்பின் பொதுவாகப் பூக்கள் வாடிவிடுகின்றன.

அல்லி இதழ்கள் பூவுறுப்புகளைக் காப்பதற்கும், பூச்சிகளைக் கவரவும் உதவுகின்றன. பூச்சிகள் பெரும்பாலும் நிற உணர்வு பெற்றதாக (colour conscious) இருப்பதில்லை என அறிஞர் கீபல் கருதுகிறார். பூக்களை மஞ்சள் நிறப்பூக்கள் (xanthic flowers) என்றும், நீல நிறப்பூக்கள் (cyanic flowers) என்றும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம் என டி கண்டோல் என்பவர் கருதுகிறார். மஞ்சள் நிறப்பூக்களில் நிறக்கணிகங்கள் (chromoplasts) இருப்பதனால், மஞ்சள், ஆரஞ்சு, சிவப்பு ஆகிய நிறங்களைப் பெற்றுள்ளன. கரையக்கூடிய (soluble) ஆந்தோசயானின் (anthocyanin) நிறமிகள் இருப்பதனால் சிவப்பு, கருஞ்சிவப்பு (purple), இளஞ்சிவப்பு (pink), நீல நிறங்களுடைய பூக்கள் உண்டாகும். இலேசான மஞ்சள் நிறமுடைய (light yellow), பிரீம்ரோஸ் (prim rose)

போன்ற பூக்களின் நிறத்திற்கு ஆந்தோசாந்தோன்கள் (anthoxanthins) காரணமாயுள்ளன. சிறு ஈக்களினாலும் (flies) வண்டுகளினாலும் (beetles) மகரந்தச் சேர்க்கையுறும் பூக்கள் மஞ்சளும், வெள்ளையும் உள்ள அல்லி இதழ்களும், அல்லி இதழ்கள் இணையாத (polypetalous) பண்புகளைப் பெற்றவையாகவும் இருக்கும். ஆந்தோசயானின் நிறமிகளைப் பெற்றுள்ள பூக்கள் பரிணாம மட்டத்தில் உயர்நிலையில் உள்ளதாகக் கருதப்படும். அவற்றில் அல்லி இதழ்கள் இணைந்து (gamopetalous) தேனீக்களால் (honey-bees) மகரந்தச் சேர்க்கையுறும். இவ்விதமான பரிணாம வரிசை (evolutionary sequence) பூக்களின் நிறமிகளைப் பொறுத்து அமைந்துள்ளதைக் கிராண்ட் ஆலென் (Grant Allen) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். தேனீக்கள் பொதுவாக நீல நிறமுள்ள பூக்களையே அதிகமாக நாடுகின்றன. பரிணாமத்தின் முன்னேற்றப் போக்காக (evolutionary progressive tendency) இயற்கைத் தேர்வு (Natural Selection) நீலநிறப் பூக்களை உண்டாக்குகிறதென்று கருதுகிறார். கம்பாசிடே-க் (compositae) குடும்பத்தில் உள்ள கதிர்ச்சிறு பூக்களில் (ray-florets) காணும் நிறங்கள், மஞ்சரியில் அல்லி இணையாத பூக்களில் உள்ள தனிப்பட்ட வட்டவடிவமான அல்லி இதழ்களைப் போலக் காணப்படுகின்றன என டிரால் (Troll) என்பவர் கூறுகிறார். ஒவ்வொரு கதிர்ச்சிறு பூவும் மஞ்சரி உயிரியல் முறைப்படி ஓர் எளிய அல்லி இணையாத் தனிப்பூவைப் போல் செயலாற்றுகின்றது.

மலர் உயிரியல் (Floral Biology): பூக்களில் காணப்படும் எல்லாவிதமான அமைப்புகளும், தோற்றங்களும் நேரிடையாகவோ, மறைமுகமாகவோ மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு உதவக் கூடியவையாக உள்ளன. மகரந்தச் சேர்க்கையும் பூக்களில் அது நடைபெறுவதற்காக ஏற்பட்டுள்ள எண்ணிறந்த அமைப்புகளைப் பற்றி அறிந்துகொள்ளும் துணையியல் 'மலர் உயிரியல்' என்று அழைக்கப்படும்.

மிகப்பழங்காலம் முதற்கொண்டு அஸ்ஸிரிய அரசர்கள் பேரீச்ச மரத்திற்கு மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழ்த்துவதை ஒரு சிறந்த மதச்சடங்காகக் (religious function) கருதியதனால், அதை முறையாக அரசர் முதலிய நிருவாகிகளின் முன்னிலையில் மதக்குருக்கள் நிறைவேற்றி வந்தார்கள். மகரந்தச் சேர்க்கை கனி, விதை உண்டாவதற்குரிய முதற்செயல் என்பதை அக் காலமக்கள் உணர்ந்திருந்தனர். ஆனால், மகரந்தச் சேர்க்கையை முறையாக ஆராய்ந்து அதை விளக்கும் வகையில் எவ்விதமான அறிவியல் வெளியீடுகளும் (Scientific Magazines) 17ஆம் நூற்றாண்டிற்கு முன் வெளியாகவில்லை.

17ஆம் நூற்றாண்டில் தாமஸ் மில்லிங்டன் (Thomas Millington) என்பவர் மகரந்தச் சேர்க்கையைப்பற்றி முதன்முதலாக அறிவியல் அடிப்படையிலான ஆராய்ச்சிகளை நடாத்தினார். பூக்களில் உள்ள மகரந்தத்தூள்கள் ஆண் உறுப்புகள் என்றும், சூலக இலைகள் (carpels) பூக்களின் பெண் உறுப்புகள் என்றும் ருடால்ப் ஜேகப் கேமரேரியஸ் (Rudolph Jacob Camerarius, 1605-1721) கருதினார். இவர் பூக்களில் உள்ள பால்தன்மையை அறிவியல் விளக்கங்களினால் தெளிவுபடுத்தினார்; இருவிதமான இனத்தாவரங்களுக்கிடையே அயல் கருவுறுதல் (cross fertilisation) நடைபெறுவது சாத்தியமா என்று ஆராய்ந்தார்.

ஜோசப் காட்லிய்ப் கல்ரூட்டர் (Joseph Gottleib Koelreuter, 1733 1806) என்பவர் மகரந்தச் சேர்க்கை பயனுறும் வகையில் (effective) நடைபெற எத்தகைய பூ அமைப்புகள் வேண்டும் என்று ஆராய்ந்தார்; மகரந்தச் சேர்க்கையில் பூச்சிகளின் பங்கையும், முக்கியத்துவத்தையும் உணர்ந்தார்; இவர் பலவிதமான கலப்புயிரிப் பயிரினங்களை (hybrid plants) உண்டாக்கி, அவற்றின் சந்ததிகள் (progeny) பெற்றோர்களை ஒத்துக் காணப்படுகின்றன என்றும் கண்டுபிடித்தார். இவர் எபிலோபியம் (Epilobium) என்ற இருபால் பூவில் (bisexual flowers) பூவுறுப்புத்தடை (herkogamy) இருப்பதையும், அதனால் அப் பூவில் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை (cross pollination) நடைபெறுவதற்கு வாய்ப்பாக உள்ளது என்பதையும் கண்டார்.

கான்ராட் ஸ்பிரெஞ்ஜெல் (Conrad Sprengel, 1750 - 1816) என்பவர் 'மலர் உயிரியலை அடிகோலியவர்' (Founder of Floral Biology) என்று அழைக்கப்பெறும் சிறப்புடையவர். இவர் பூக்களின் மகரந்தச் சேர்க்கையில் கல்ரூட்டர் காணாத பல உண்மைகளைக் கண்டுபிடித்தார். இருபால் பூக்களில் பூவுறுப்புத் தடை இருப்பதையும், மற்றும் பல அயல்மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுவதற்குரிய சிறப்புச் செயல்முறைகளையும் (mechanism) கண்டுபிடித்து, அவற்றைத் தொகுத்து ஒரு நூலாக 1793ஆம் ஆண்டில் வெளியிட்டார். இவரது கருத்துகள் சார்லஸ் டார்வின் (Charles Darwin) காலம் வரை கவனிக்கப்படாமலிருந்தது.

சார்லஸ் டார்வின் அயல் கருவுறுதலில் பல பரிசோதனைகளைச் செய்தார்; வேற்றுருவச் சூலகத் தண்டுத்தன்மை (heterostyly) அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையுறுவதை உறுதிப்படுத்துகிறதென்று கண்டுபிடித்தார்.

இவர் பல வகையான ஆர்க்கிட்டுகளின் மகரந்தச் சேர்க்கை முறைகளையும் ஆராய்ந்து, அவற்றில் காணும் சிறப்பு அமைப்புகளை

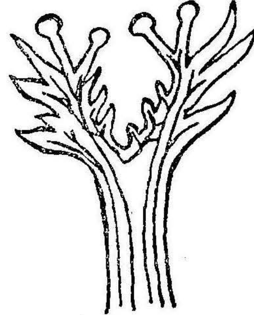
விளக்கும் வகையில் சிறந்ததொரு நூலினை வெளியிட்டார். இது மலர் உயிரியல் ஆராய்ச்சிகளுள் மிகச் சிறந்தது என்று போற்றப் படுகின்றது.

ஆஸ்திரேலியா (Australia) நாட்டுத் தாவர வளத்தினை ஆதாரமாகக்கொண்டு, ஹெர்மான் முல்லெர் (Hermann Muller) என்பவர் பல வகையான பூக்களின் மகரந்தச் சேர்க்கை பற்றிப் பல விரிவான கருத்துகளை ஆராய்ந்து, அவற்றைத் தொகுத்து ஒரு நூலாக வெளியிட்டார். இந் நூல் 'மலர் மகரந்தச் சேர்க்கைக் கையேடு' (Handbook of Flower pollination) என்று அழைக்கப் பட்டது.

மலர் உயிரியலைப்பற்றிய விவரங்களைப் பல மலர்களை நேரில் கண்டு ஆய்ந்து அவற்றைப்பற்றிய விளக்கங்களை ஆலிவர் கெர்னெர் தமது 'தாவரங்களின் இயற்கை வரலாறு' (Natural History of Plants) என்ற நூலில் விவரிக்கிறார்.

வான் ஃபிரிஷ் (Van Frisch) என்பவர் பூக்களில் காணும் தேன் சுரப்பிகளைப் (nectaries) பற்றியும், மகரந்தங்களைப்பற்றியும், அவற்றைத் தேனீக்கள் உட்கொள்ளும் விதம்பற்றியும் விளக்கு கிறார்.

டியல்ஸ் (Diels) என்பவர், தேனும் மகரந்தமும் எளிதில் கிடைக்காதபோது பூச்சிகள் பூவுறுப்புகளைக் கடித்தோ, உறிஞ் சவோ செய்கின்றன எனக் கூறுகிறார்; ஜுராஸ்ஸிக் காலத்தில் (Jurassic period) இருந்த பூக்களை நாடிய பூச்சிகள் விட்டில்பூச்சிகள் என்றும், அவை பூத்திசுக்களை உணவாக உண்பதற்காகப் பூக்களை நாடின என்றும் கருதுகிறார். மற்றும் நிம்ஃபயா (Nymphaea), விக்டோரியா (Victoria), காலி காந்தஸ் (Calycanthes), யூபமேஷியா (Eupamatia) போன்ற பூக்களின் வளமிலா மகரந்தத் தாள்களை (sterile stamens) உண்ணுவதற்காகவே பூச்சிகள் இப் பூக்களை நாடுகின்றன; அத்துடன் மகரந்தச் சேர்க்கையையும் நிகழ்த்துகின்றன. காலிகாந்தஸ் பூ படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்விதமான விட்டில்பூச்சிகள் டெர்ஷியரிக் காலம் (tertiary period) வரை இருந்தன. அக் காலத்தில் வாழ்ந்த ஒரே ஒரு வகையான சைகஸ் (cycad type) ஆகிய என்செஃபலர்டோஸ் (Encephalartos) என்ற தாவரத்தில் இப் பூச்சிகள் மகரந்தச் சேர்க்கையை நிகழ்த்தி,


படம் 14. காலிகாந்தஸ் பூ

அவற்றின் சூல்களில் (ovules) முட்டையிட்டு விடுகின்றன. இவ்விதமாக விட்டில்பூச்சிகளின் உதவியினால் மகரந்தச் சேர்க்கையுறுவதற்குக் காந்தரோஃபைலி (cantharophily) என்று டியல்ஸ் என்பவர் பெயர் சூட்டுகிறார். இக் காலத்தில் இவ்விதமான பூச்சிகளால் மகரந்தச் சேர்க்கை மத்திய ஆப்பிரிக்காவில் காணப்படும் 'மிகப் பெரிய லொபிலியாக்கள்' (giant lobelias) என்ற பூக்களில் நடைபெறுகின்றது. தற்காலத்தில் இப் பூச்சிகளால் மகரந்தச் சேர்க்கையுறும் பூக்கள் மிகவும் அரிதாகவே உள்ளன.

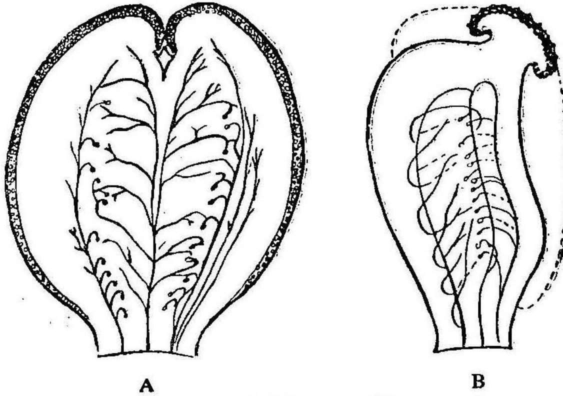
சூலக இலைகளைப்பற்றிய கொள்கைகள் (Theory of Carpels): உணவு தயாரிக்கும் இலையின் (foliage leaf) இரு விளிம்புகளும் (margins) மடிந்து, சூலக இலையை உண்டாக்கியது என்ற கொள்கையினை அறிஞர் கோதே உருவாக்கினார். இக் கொள்கையினை டி கண்டோல் ஆதரித்தார். மாதிரி உருவமாக அமைந்துள்ள இலை (typical leaf) தன் இயல்பான உருவத்தினின்றும் உருமாற்றம் (metamorphosis) அடைந்து சூலக இலை ஆகியது என்று டி கண்டோல் கருதுகிறார். 'தொல்லுயிர்ப் படிமத் தாவரங்களையும் (fossil plants), பரிணமத்தினையும் ஆராய்ந்தபொழுது சூலக இலைக்கும் இன்று காணும் உணவு தயாரிக்கும் இலைக்கும் நேரிடையான உறவுமுறை (relationship) கிடையாது; ஒவ்வொன்றும் தனித்தனியான பரிணமப் பாதையில் (evolutionary lines) பரிணம மட்டத்தின் கீழ்நிலையில் உள்ள தாவரக்கிளை உறுப்புகளிலிருந்து (branch appendages) வளம் (fertile), வளமற்ற (sterile) பகுதிகள் தெளிவான பின்னர் உருவாயின. இவற்றிற்கிடையேயுள்ள உறவுமுறை உடன்பிறப்புச் சம்பந்தப்பட்டது (fraternity) என்றும், மரபு உறுதி செய்யப்பட்டதல்ல (filiation) என்றும் ஒஸெண்டா (Ozenda) என்பவர் கூறுகிறார்.

உணவு தயாரிக்கும் இலையும், சூலக இலையும் பொதுவான சில பண்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. இரண்டும் மேற்புறம், கீழ்ப்புறம் என்ற வேறுபாடு உடையவை; இரண்டிலும் பச்சையம் (chlorophyll) காணப்படுகின்றது; இரண்டிலும் இலைத்துளைகள் உள்ளன; இரண்டு இலைச்சுவர்களிலும் பேலிசேடுத் திசு (palisade tissue) காணப்படுகின்றது; இரண்டிலும் நரம்புகளின் கிளை அமைப்பும் (branching vein system), உரோமங்களும் (hairs), சுரப்பிகளும் (glands) ஒரே மாதிரியான அமைப்புடையவை.

டெரிடோஃபைட்டா வகைத் தாவரங்களில் வளமுடைய ஸ்போரகங்களைத் தாங்கி நிற்கக்கூடிய ஸ்போரோஃபில்களுக்கும் (sprophylls), ஸ்போரகங்களில்லாத உணவு தயாரிக்கும் வளமற்ற இலைகளுக்கும் (sterile foliage leaves) மிக அதிகமான ஒற்றுமைகளும்,

பூக்கும் தாவரங்களுடன் ஒப்பிட்டு நோக்கும்போது மிகக்குறைந்த வேற்றுமைகளுமே காணப்படுகின்றன. டெரிடோஃபைட்டுகளில் 'டீராப்சிடா' (Pteropsida) வகைத் தாவரங்களின் இலைகள் குட்டையான கிளைத்தொகுப்பிலிருந்து (flat branch system) உண்டாகியவை என்பது உண்மையானால், ஸ்போரோபில்களும் இவ்விதமாகவே உண்டாக்கி இருக்கக்கூடும். முடிவான கிளைத் தொகுப்பிலிருந்து தோன்றியது என்ற காரணத்திற்காகச் சூலக இலையையும் ஸ்போரோஃபில்லையும் ஒப்பிட்டுப் பேசுவது முரண்பாடாகாது.

வேறுபாடு அடையாத தண்டுத்தொகுப்பில் (undifferentiated shoot system) எல்லா விதமான உறுப்புகளும் முதலில் டீலோம்களாக (telomes) இருந்தன என்பது, பூவுறுப்புகள் இன்றுள்ள நிலையை அடைவதற்கு 'இலை நிலையினின்றும்' (foliage phase) மாறி அமைந்தனவா இல்லையா என்பது தெளிவாகத் தெரியவில்லை. இத்தகைய மாற்றம் ஏற்படும்பொழுதும் இலைகள் மகரந்தத்தாள்களாக மாறினவா, அல்லது மகரந்தத்தாள்கள் இலையுருவத்தைப்



படம் 15. டிரைமிஸின் சூலக இலை அமைப்பு
A. துணைப்பேரினம் டாஸ்மேன்னியாவில் சூலக இலை பிரிக்கப்பட்டு அங்கை போன்ற மூன்று சாற்றுக்குழாய்களைக் காட்டும் படம். விளிம்பு முழுவதும் சூலக முடியாக உள்ளது.
B. துணைப்பேரினம் வின்டெரா, குறுகிய சூலக முடி

(laminar) பெற்றனவா என்பது தெளிவாகத் தெரியவில்லை. ஆனால், சூலக இலை இலையுருவம் பெற்றிருந்தது என்பதற்கு உறுதியான சான்றுகள் உள்ளன. சூலக இலையில் 3 அல்லது 5 சாற்றுக் குழாய்க்கற்றைகள் (vascular traces) உள்ளன; ஆனால், மகரந்தத்

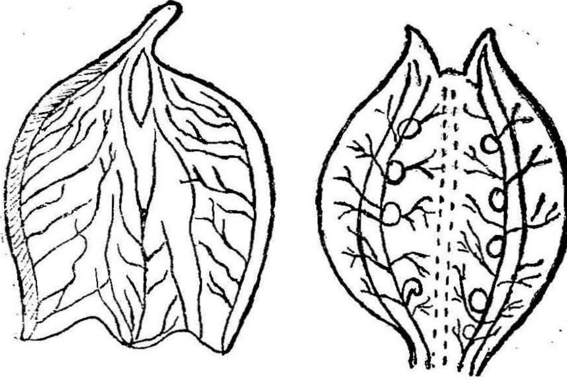
தாளில் ஒரே ஒரு சாற்றுக்குழாய்க்கற்றை மட்டுமே உள்ளது. மூன்று சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகளையுடைய இவ்விதமான சூலக இலை பரிணாமமட்டத்தில் கீழ்நிலையில் உள்ள இலையை ஒத்துள்ளது என 'ஈம்ஸ்' (Eames) என்பவர் கூறுகிறார்.

இன்றுள்ள சூலக இலை அங்கை வடிவமான (palmate) 3 மடல்களுடைய (3 lobed) மேல்கீழான (dorsiventral) இலை போன்ற அமைப்பினின்று மாறுதல்களைப் பெற்று ஏற்பட்டது என்றும், இவ்விதமான இலை தட்டையான கவட்டுக்கிளையுடைய (dichotomous branching) தண்டிலிருந்து தோன்றியது என்றும் கருதப்படுகிறது. இக் கொள்கையினை ஆதாரமாகக்கொண்டு ஹன்ட் (Hunt) என்பவர் இருவிதமான சூலக இலைகளைக் கூறுகிறார்.

முதல் வகைச் சூலக இலையில் ஒரு கற்றையுடைய மைய மடல் (central lobe) சூலகத்தண்டையும், சூலக முடியையும் (stigma), சூலக இலையின் வெளிச்சுவரையும் (outer wall of the carpel) உண்டாக்கும். மற்றிரு மடல்கள் சூலக இலையின் பக்க வாட்டுச் சுவர்களை (lateral walls) உண்டாக்கும்.

இரண்டாவது வகைச் சூலக இலையில் மூன்று மடல்களும், சூலகத்தண்டினையும், சூலக முடியையும் உண்டாக்கும்; சூலகமுடி மூன்று கிளைகளாகப் பிரிந்திருக்கும். சூலகத்தண்டிலும் மூன்று சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகள் காணப்படும்.

ஹாம்ஷா தாமஸ் (Hamshaw Thomas) என்பவர் சூலக இலைபற்றி



படம் 16

A. டெல்ஃபீனியச் சூலக இலையின் சாற்றுக்குழாய் அமைப்பு
B. தனிக் ஃபாலிக்கள் அங்கை வடிவச் சூலக இலையிலிருந்து உண்டான விதம்.

மற்றுமொரு கொள்கையினை உருவாக்கினார். 'ஈம்ஸ்' என்ற

அறிஞர் கூறியதைப் போல இவரும் சூலக இலை 'மூவமைப்புக் கொண்டது' (triple structure) எனக் கருதுகிறார். அச்சிற்கு அண்மையில் உள்ள மேற்புறம் (dorsum), அச்சின் வளமுடைய உறுப்பினால் (axis of a fertile appendage) உண்டாகியது. மேற் புறக்கற்றையிலிருந்து கிளை நரம்புகள் போதுமான அளவில் இல்லாமலிருப்பது (paucity), சூலக இலை மேற்புறத்தின் அச்சு இயல்பினை (axial nature) விளக்குகிறது.

சூலக இலைச்சுவர்கள் விளிம்பு ஒட்டிய விதை தாங்கிய (Marginal seeds) குபுயூல்களாக (cupules) உள்ளன. இரு இணைந்த, குன்றிய எதிரெதிரான குபுயூல்களுடைய கேடோனியேல்களின் (caytoniales) பெண் தண்டினைப் போல் சூலக இலை உள்ளது. இவ்விதமாக



படம் 17. கேடோனியேலின் சூலகமுடி

இணைந்த சூலக இலையில் கேடோனியாவில் காணப்படுவதைப் போல் சூலகமுடி விளிம்புகள் (stigmatic margins) சூலக இலையின் வென்ட்ரல் பக்கத்தில் (ventral side) அடிப்பகுதிவரை காணப்படும்.

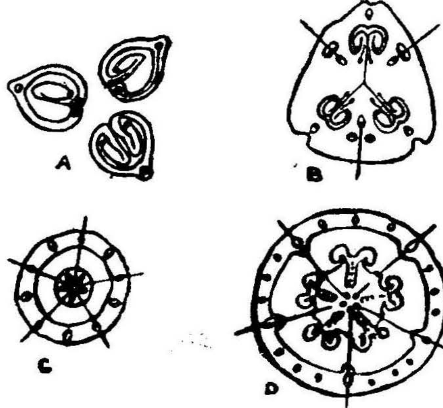
இவ்விதமான அமைப்புச் சூலகமுடி தோன்றும் பரிணும நிலே யில் ஆரம்ப நிலே என்றும், பின்னர்ப் பரிணும முன்னேற்றத்தின் போது கூட்டமான சூலக இலேகளில் (crowded carpels) அதிகமான நுழைவுரிமை (accessiblity) பெறும்பொருட்டுச் சூலகமுடி சூலக இலேயின் நுனிக்கு (carpel apex) உயர்த்தப்பட்டது என்றும் ஹாம்ஷா தாமஸ் அபிப்பிராயப்படுகிறுர்.

சூலக இலேயின் முதல்தரமான, முன்மாதிரியான கோட்பாடு என்பது (classical concept of carpel) என்பது மேலே விளக்கியுள்ள விதமான பக்கவாட்டு இலேயொத்த உறுப்பு (laterel leaflike appendage) செயலில் ஸ்போரோஃபில்களே ஒத்துள்ளது என்றும் அறி கிறேம்.

பூத்தளத்திலிருந்து (thalamus) சூலக இலேக்குச் செல்லும் மூன்று சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகளும், அவற்றின் ஆரம்ப அடிப் பகுதியிலிருந்தே தனியாகச் செல்லுகின்றன. மூன்று கற்றை களுள் மையக்கற்றை, பக்கவாட்டுக் கற்றைகளேவிடச் சிறிது கீழே ஆரம்பமாகி, சூலக இலேயில் நேராகச் சென்று, சூலகத் தண்டினே அடைகிறது. இதன் போக்கில் 'டார்சல் சூச்சர்' (dorsal suture) என்ற வெளிப்புறமான ஒரு திட்டுப்பகுதியோ (external ridge) கோணமோ (angle) காணப்படும். மற்றிரண்டு சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகளும் சூலகச் சுவரின் விளிம்பை நோக்கி விலகிச் சென்று, சூல்களுக்குக் கிளேகளாகப் பிரிந்து செல்லு கின்றன. இவை சூல்களின் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய ஊட்டப் பொருள்களே எடுத்துச் செல்வதால் வலிமைபெற்றுக் காணப்படு கின்றன. வளர்ச்சியின்போது சூலக விளிம்பில் உள்ள பாரென்கைமாத் திசுக்கள் (parenchyma tissues) இணைந்தாலும், இக் கற்றைகள் தனித்தனியாகவே காணப்படுகின்றன. இணைச்சூலக இலேகளே யுடைய சூல்பையிலும் (syncarpous ovary) இக் கற்றைகள் தனி யாகவே உள்ளன. சூலக இலேயின் விளிம்பு இணைந்து ஒரு சூல்பை அறையுடைய சூல்பை வகையில் (paracarpous), அவற்றின் அருகில் உள்ள சூலக இலேகளின் விளிம்புக் கற்றைகளுடன் இணைந்திருக்கும். இக் கற்றைகள் சூலகத் தண்டினுள் சென்றுலும் செல்லும். மூன்று சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகளிலிருந்து பல கிளேகள் பிரிந்து சூலக இலேயின் பக்கவாட்டுச் சுவருக்கு வழங்கப்படுகின்றன. பெரிய சூல்பையாக இருந்தால், மையக்கற்றையிலிருந்து பல கிளேகள் பிரிந்து வலேபோன்ற அமைப்பினேப் பெற்றிருக்கும். இவ்விதமான கிளேகளில் பெரும்பாலானவை விளிம்புக் கற்றையிலிருந்தும், சில மையக் கற்றையிலிருந்தும் தோன்றும். சூலக இலேக் கிளே, இலேயின் நரம்புக் கிளேகளுக்கு நேர் எதிராக மைய நரம்பிற்கு அப்பால் தோன்றுகிறது. இத்தகைய வேறுபாட்டிற்குச் சூலக

லையில் உள்ள விளிம்புக் கற்றைகளின் மிகவும் சிறப்பான செய லியல் தன்மையே (physiological character) காரணமாகவும் இருக்கலாம். அல்லது மூன்று மடல்களுடைய சூலக இலையின் நினைவுச் சின்னமான எச்ச உறுப்பாகவும் (relic) இருக்கலாம். ஆனால், சூலக இலை சாதாரண இலையிலிருந்து உண்டாவதில்லை என்ற கருத்து உடையவர்களுக்கு இது சாதகமாக அமைகிறது.

டார்சல் பகுதியில் உள்ள (dorsal bundles) சாற்றுக் குழாய்க் கற்றைகளின் ஒழுங்கு அமைவு (orientation) இயல்பாக உள்ளது. இக் கற்றைகளில் சைலம் (xylem) அடேக்ஸியலாக (adaxial) அச்சு அருகாமையில் உள்ளது. ஆனால், கூட்டுச் சூல்பையில் (compound ovary) சூலக இலைகளின் உள்நோக்கி மடிந்த விளிம்புப் பகுதியில் சூலக இலை உள்நோக்கி மடிந்து உண்டாகிய சூல்பையில் எவ்வாறு காணப்படுகின்றதோ, அவ்வாறு கற்றைகளின் ஒழுங்கு அமைவு தலைகீழாகக் (inverted) காணப்படுகின்றது. சூல்பை அச்சின் மையத்திலிருந்தால், சூல்பையில் உள்ள சாற்றுக்குழாய்க்



படம் 18. சூலக இலைகளின் சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகளின் அமைப்பு
A. எரான்திஸ் ஹிமாலிஸ்
B. டியூலிபா ஜெஸ்னெரியானா
C. அனகாலிஸ் ஆர்வென்ஸிஸ்
D. மெலாண்டிரியம் டையாய்கம்

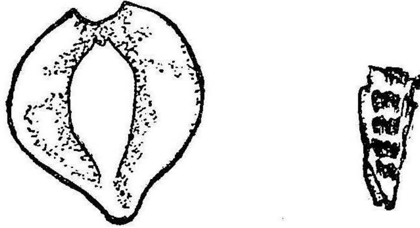
கற்றைகள் இயல்பான ஒழுங்கு அமைவுள்ள பூத்தளக் கற்றை களினின்றும் தலைகீழான சூல்பைக் கற்றைகள் மாறுபட்டுக் காணப் படுகின்றன.

பல்லுருவச் சூலக இலை (Carpel Polymorphism): பல்லுருவச் சூலக இலை என்ற தலைப்பில் சாண்டர்ஸ் (Saunders) ஒரு கொள்கையினை உருவாக்கினார்; இதன்படி மூன்று வகையான சூலக இலை அமைப்பு இருப்பதாகக் கூறுகிறார். முதல் வகையை 'ஒரு விளிம்பு மூடிய சூலக இலை (valve carpel) என்கிறார். சாண்டர்ஸ் இதை இலைமாதிரியான (foliar type) உறுப்பு என்று ஒப்புக்கொள்ளுகிறார்; இணையாச் சூலக இலைச் சூலகத்தில் (apocarpous pistil) இந்த வகை ஒன்றேதான் உடையது; அதுவும் வளமுடையது என்று கூறுகிறார். இரண்டாவது வகைக்குத் 'திண்மையான சூலக இலை' (solid carpel) என்று பெயரிடுகிறார். இவ் வகை பெரும்பாலான இணைச்சூலக இலைகளுடைய சூலகங்களில் (syncarpous gynoecia) காணப்படும். இவற்றுள் பெரும்பாலானவை வளமுடையவையாகவும், அவற்றில் உள்ள ஒரு விளிம்பு மூடிய சூலக இலைகள் வளமற்றவையாகவும் காணப்படும். இதில் ஒன்று அல்லது இரு கற்றைகளும், அவற்றிற்குத் தகுந்த சூல்வகைகளும் காணப்படும். சூலகத்தண்டு இருந்தால் தனியாகவோ, இரண்டாகப் பிரிந்தோ காணப்படும். இதில் ஒன்று அல்லது இரு கற்றைகளும் அதற்குத் தகுந்த சூல்வரிசைகளும் காணப்படும். சூலகத்தண்டு இருந்தால் தனியாகவோ, இரண்டாகப் பிரிந்தோ காணப்படும். மூன்றாவது வகை 'பாதித் திண்மையான சூலக இலை' (semi-solid carpel) அல்லது போலி ஒரு விளிம்பு மூடிய சூலக இலையாக இருந்து (psendo-valve carpel) முதலிரண்டு வகைகளின் பண்புகளும் சேர்ந்து அதில் காணப்படும். ஒரு விளிம்பு மூடிய சூலக இலையில் உள்ளதைப் போல் பக்கவாட்டில் அகன்றிருக்கும்; ஆனால், இதில் உள்ளதைப் போல் விளிம்பில் அமைந்திராமல் மையக்கோட்டின் (central line) இருபுறங்களிலும் காணப்படும். சூலகத்தண்டு இருந்தால் இரு டார்செல் கற்றைகளும், மேல்நோக்கிச் சென்று இரண்டாகப் பிரிந்து சூலக முடிகளாகின்றன.

திண்மையான சூலக இலையும், ஒரு விளிம்பு மூடிய சூலக இலையும் இணைந்து உண்டாகியதற்கு உதாரணமாகக் குருஸிஃபெரேக் குடும்பச் சூலகம் (crucciferae family gynoecium) விளங்குகிறது. இதன் திண்மையான சூலக இலைகள் உண்டாக்கிய போலித்தடுப்புச் சுவரில் (replum) சூல்கள் அமைந்துள்ளன. இச் சூலக இலைகள் விளிம்பிலிருந்து உள்நோக்கி வளர்ந்து, போலித் தடுப்புச் சுவர் ஆகின்றன. சூல்பையின் பக்கவாட்டுப் பகுதியில் முதிர்ச்சியின் போது இரண்டு வளமற்ற ஒரு விளிம்பு மூடிய சூலக இலைகள் தொடர்பற்றுப் போகின்றன. முழுச்சூலகம் இரு வளமுடைய திண்மையான சூலக இலைகளையும், இரு வளமிலா ஒரு விளிம்பு மூடிய சூலக இலைகளையும் பெற்ற நான்கு சூலக இலைகள் உடையது என்று விளக்கப்படுகிறது. போலி ஒரு விளிம்பு மூடிய சூலக இலை

மாதிரி (psendovalve type) பேபிலேயேனேசீக் குடும்பத்திலும், இவற்றுடன் 'திண்மையான' சூலக இலை இணைந்த வகை ஆர்க்கிடேசீக் குடும்பத்திலும் காணப்படுகின்றன.

சூலக இலைகளின் பல்லுருவங்களைப் பல பேரினங்களில் காணலாம். இது ஹிடெரோகார்பி (heterocarpy) என்று விளக்கப்படும். கம்பாஸிடேக் குடும்பத்தில் உள்ள இரு விதமான சிறு பூக்களில் (ray and disc florets) இரு விதமான கனிகள் உள்ளன. இந்த ஓர் உதாரணத்தைத் தவிர, ஹிடெரோகார்பி மிகவும் அரிதாகவே காணப்படும். இவ்விதமான வேற்றுமை டைமார்ஃபோதீகாவின் (dimorphotheca) கனிகளில் காணப்படும். கேலெண்டுலாவில்(calendula) கதிர்ச் சிறு பூக்கள்தான் (ray florets) கனியைக் கொடுக்கும். அதிலும் மூன்று வகையான கனிகள் உள்ளன.

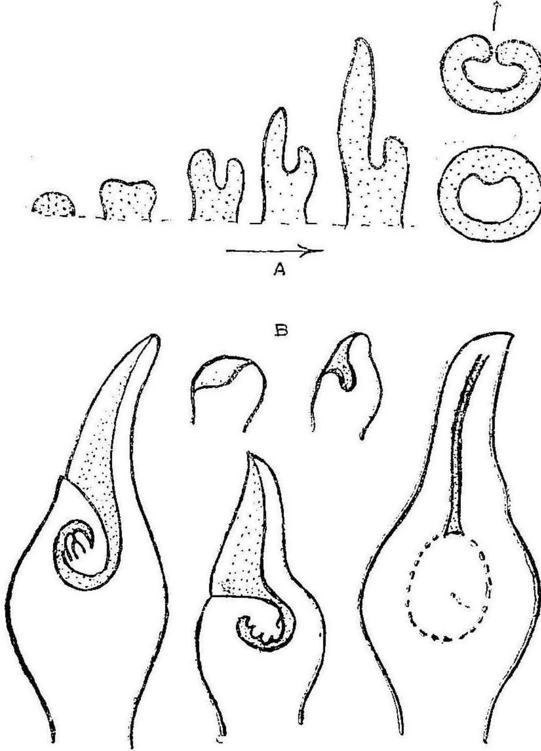


படம் 19
டைமார்ஃபோதீகாவின் ஈருருவக் கனிகள்

தனிச் சூலக இலையின் வளர்முறை (Ontogeny of the Carpels): பூத்தளத்திலிருந்து தனிச்சூலக இலைகள் வளரும் முறை இணையாச் சூலக இலைகளுடைய பூக்களில் (apocarpous flowers) நன்றாகக் காணலாம்.

மிகவும் ஆரம்ப நிலையில் இலைத் தோற்றுவியைப் போல் (leaf primordium) அரை வட்ட வடிவமான நீட்சி (hemispherical protuberance) காணப்படுகிறது. இதற்குப் பிறகு ஏற்படும் வளர்ச்சி பெல்டேட் இலை (peltate leaf) வளர்முறையில் உள்ளதைப்போன்று காணப்படும். இலைத்தோற்றுவியின் மூன்று நிலைகளான நீள் வளர்ச்சி (longitudinal growth), விளிம்பு வளர்ச்சி (marginal growth), தடிப்பு வளர்ச்சி (growth in thickness) போன்றவை சூலக இலை வளர்ச்சியிலும் அதே வரிசையில் காணப்படும்.

சூலக இலையின் அகல வளர்ச்சி அதன் விளிம்பொட்டிய செல்களிலிருந்து (sub - marginal cells) இலையில் உள்ளதைப்போல் பல



படம் 20

A. சூலக இலைத் தோற்றுவியின் பெல்டேட் வளர்முறை

B. தாலிக்ட்ரம் சூலக இலையின் பெல்டேட் வளர்முறை

பேரினங்களில் வளர்கின்றன. சூலகத்தண்டுப் பகுதியில்தான் பருமனில் (volume) வளர்கிறது என்று ட்ரால் (Troll) கூறுகிறார். பெல்டேட் இலைக்குக் காம்பு உள்ளதைப்போல், சூலக இலைக்குக் காம்பு இருந்தால் ஒரே பக்கமுள்ள அமைப்புப் பெற்றிருக்கும். எனவே, பல சூலக இலைகள் பெல்டேட் தன்மையுடையவையாக உள்ளன. ஆனால், அவற்றில் பிந்திய வளர்ச்சி பெல்டேட் முறைப்படி அமைந்திருப்பதில்லை.

முன்மாதிரியான பெல்டேட் வகை இலையின்வளர்முறையையும், சாராஸீனியா (Sarracenia) போன்ற சில பேரினங்களில் ஜாடி இலையின் (pitcher leaf) வளர்முறையையும் ஒப்பு நோக்கியுள்ளனர். தோற்றுவிநுனியில் ஒரு பள்ளம் அமைந்து, அதன் எதிர்ப்புறங்கள் இரண்டும் சமமின்றி வளர்கின்றன. இதன் அபேக்ஸியல் உதட்டுப்பகுதி (abaxial lip) மெதுவாக வளர்ந்து ஒரு மேட்டுப்பகுதியை உண்டாக்குகிறது. இதனை அறிஞர் கீபல், சில் (sill) என்று கூறுகிறார். இது மேல்நோக்கி இணைந்து வளர்ந்து சூலக 'சில்' லிலிருந்து இலை விளிம்புகளாகிறது. சூல் ஒன்றாக இருந்தால் 'சில்' லிலிருந்து' மையத்தில் தோன்றுகிறது. சூல்கள் எண்ணிக்கையில் பலவாக இருந்தால், இரு விளிம்பிலிருந்து இரு வரிசையாக அமைந்து 'சில்' சிறியதாகவும் வளமற்றதாகவும் காணப்படும்.

மேலே கூறிய பெல்டேட் சூலக இலை அமைப்பு சில ரேனன் குலேசீக் குடும்பத் தாவரங்களிலும், சில ரோஸேசீக் (Rosaceae) குடும்பத்தாவரங்களிலும் காணப்படும். இக் குடும்பங்களின் மற்றைய பூக்களில் உள்ள வளர்முறை குறை பெல்டேட்டாக (semi-peltate) உள்ளது. இவ்வித அமைப்பில் பெல்டேட் தோற்றுவி, பின்புறத்தில் உள்ள 'சில்' உடன் ஆரம்ப நிலையிலேயே உண்டாகிறது. சில் சிறியதாக இருந்து சில சமயம் பூத்தளத்திசுவுடன் இணைந்திருக்கும். பின்புறம் குழிந்து (concave) பாம்புப்படவடிவத்துடன் (hood shaped) அதன் ஓரங்கள் 'சில்' உச்சியுடன் இணைந்திருக்கும். 'சில்' எவ்வளவு தூரம் வளர்கிறது என்பதைப் பொறுத்து இவற்றின் வளம் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. 'சில்' இன்னும் அதிகமாக வளர்ந்தால் வளமுடைய சூலக இலை விளிம்பு மூடிய அமைப்பில் இருக்கும். சில் அல்லது சூலக இலை விளிம்புகள் சூல்களைப் பெற்றிருக்கும்; ஆனால், இவையிரண்டிலும் சூல்கள் அமைந்திருப்பதில்லை.

இணைச்சூலக இலைச் சூலகம் தொடர்பற்ற வட்டத் தோற்றுவிகளால் (whore of disconnected primordia) உண்டாகின்றன. அவை வளர்ந்தபின், அவற்றின் பக்கவாட்டு வளர்ச்சியினால் அவற்றின் விளிம்புகள் தொடர்புறுகின்றன. இப்பொழுது ஒரே மாதிரியான வளர்ச்சி பெற்று வளையம் போன்று அமைகிறது.

சில சமயம் ஒவ்வொரு சூலக இலையும் தனித்தனியாக வளர்ந்து, அவற்றின் பக்கவாட்டுச் சுவர் மிகவும் வளர்ச்சியில் முன்னேறிய நிலையில் இணைகிறது. பெரும்பான்மையான தாவரங்களில் ஆரம்பம் முதல் தோற்றுவிகள் இணைந்து, சூல்பைச்சுவர் ஒரு வளையம் போல் தோன்றி வளர்கிறது. இவ்விதமான அமைப்பு பாராகார்பஸ் சூல்பைகளில் தெளிவாகத் தெரிகிறது. சூலக இலை

களின் விளிம்புகள் வளையத்தின் உள்மடிப்புகள் தெரிவிக்கின்றன. முதிர்ந்த சூல்பை தடுப்புச் சுவரோடு இருந்ததானால், இம் மடிப்புகள் உள்நோக்கி வளர்ந்து, முழுவதும் இணைந்துவிடுகின்றன. பாராகாரிபஸ் சூல்பையில் தடுப்புச் சுவரில்லாது, மடிப்புகள் உள் நோக்கி வளராது நேரிடையாகச் சூல்தோன்றுத்திசுவாக (placentum) மாறுகிறது.

பூத்தளத்தில் கேரியோஃபில்லேசீ (Caryophyllaceae) ஃபைடோ லோகேசீக் (Phytolocaceae) குடும்பத்தாவரங்களில் உள்ளதைப் போல் அகலமான முனைகளைப் பெற்றிருந்தால் சூலக இலைகள் பூத்தளவிளிம்பில் குதிரைலாடம் போன்ற வளைவிறல் (loop) ஆகிய வட்டத்திலிருந்து தோன்றும். பூத்தளம் முதிர்ந்த சூல்பை அச்சாக நீடித்து, அதில் சூல் தோன்றுத்திசுக்கள் இணைந்துள்ளன. நிம்ஃபயேசீக் (Nymphaeceae) குடும்பத்தில் விக்டோரியா (Victoria), யூரியேல் (Euryale) போக எஞ்சியுள்ள தாவரங்களின் சூலக இலைகள் பெல்டேட் தோற்றுவிகளால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. சூலக இலைகள் பை போன்றவை (pouchlike). இவற்றில் சூச்சர் (suture) இல்லாமல் பையின் உதடு முழுவதும் சூலக முடியாகிறது. குறை-பெல்டேட் வகைச் சூலக இலை தாமரையிலும், செராடோஃபில்லத்திலும் (ceratophyllum) காணப்படுகிறது.

பெரும்பாலான ரேனன்குலேசீக் (Ranunculaceae) குடும்பத் தாவரங்களில் உள்ளதைப் போலப் பெல்டேட் தோற்றுவி நன்றாக வளர்ந்த வென்ட்ரல் ‘சில்’ இவற்றுடன்கூடிய சூலக இலை பெரும்பாலும் ஒரு சூலைப் பெற்றிருக்கும். இதில் அமைந்துள்ள சூல் வென்ட்ரல் ‘சில்’ மையத்தில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். சூலக இலையின் நீண்ட டார்சல் பகுதி (dorsal portion) வளமற்றதாக இருக்கும். ஒரு சூலுடைய சூலக இலைகள் இணைச் சூலக இலைகளுடைய சூல்பையில் அரிதாகக் காணப்படும். இவற்றில் பல சூல்கள் இருந்தால், சூலக இலைகள் வளமுடையவையாகச் சூலக இலைகள் முழுவதும் பரவியிருக்கும். இச் சூலக இலைகளின் ‘சில்’ வளமற்று வளர்ச்சி குன்றியிருக்கும்; அல்லது பூத்தள நுனியில் அமர்ந்திருக்கும். அம்பெல்லிஃபெரேக் (umbelliferae) குடும்பத்தில் உள்ளதைப்போல் ஒரு சூலுடைய பெல்டேட் சூலக இலைகள் இணைச் சூலக இலைச் சூல்பையை உண்டாக்குகின்றன. இவற்றில் இணைச் சூலக இலைகளினிடையே உள்ள திசு, சூலக இலைகளின் வென்ட்ரல் ‚சில்கள்’ இணைந்து உண்டாகிறது. சூலக இலைகள் மேல்நோக்கி இணைந்து முதிரும்போது ஒரு மையச் சூலினை ஒவ்வொரு பகுதியிலும் உண்டாக்குகிறது.

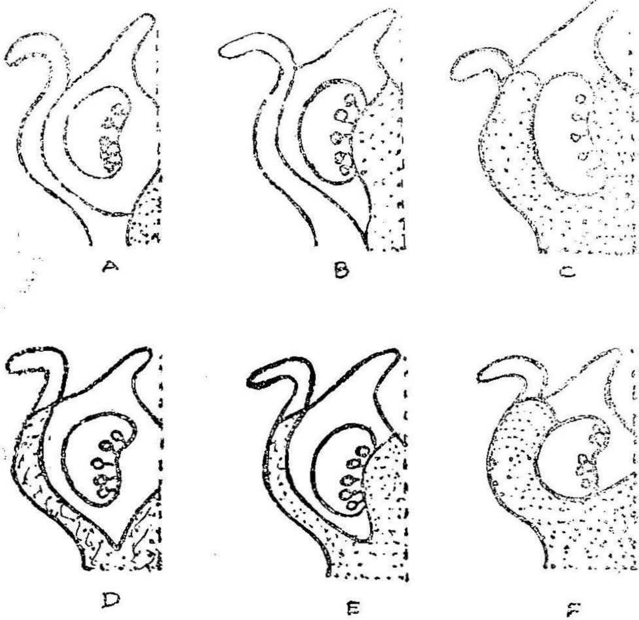
கீழ்மட்டச் சூல்பை (Inferior Ovary): இதைப்பற்றிப் பல்வேறுன கருத்துகளைப் பல அறிஞர்கள் தெரிவித்துள்ளார்கள். 19ஆம் நூற்றுண்டில் வாழ்ந்த தாவரவியலறிஞர்கள், 'பூ என்பது ஓர் உருமாறிய தண்டு' (flower is a metamorphosed shoot) என்ற கோட்பாட்டினைக் கொண்டிருந்தார்கள். இக் கோட்பாட்டின்படி சூலக மேல் பூ (epigyny) சூலகக்கீழ்ப் பூவிலிருந்து (hypogyny) உண்டாயிற்று என்றும், சூலகஞ்சூழ் பூ (perigynous flower) என்பது இவ்விரண்டிற்கும் இடைநிலையாக உள்ளது என்றும் நம்பினர்கள். ரோசேசி, சாக்ஸிஃபிரேகேசி (Saxifragaceae), ஓனகிரேசி (Onagraceae), அம்பெல்லிஃபெரே, வாக்சினியேசி (Vacciniaceae), ஆர்க்கிடேசி போன்ற பல தொடர்பற்ற கீழ்மட்டச் சூல்பை காணப்படுவதால், ஒவ்வொரு குடும்பத்திலும் தனித்தனியாக உண்டாயிற்று என்பது தெளிவாகிறது. கீழ்மட்டச் சூல்பையினைப் பற்றி அறிஞர்களின் கருத்தைக் காண்போம்.

ஒட்டு இணைவு (Adnation): வெளிப்பூவுறுப்புகள் இணைந்து, அதனுள் சூலக இலை இணைந்த சூலகம் காணப்படுகிறது என்று டிகண்டோல் கருதினர். இக் கருத்தினை வான்டீயம் ஆதரித்தார். 19ஆம் நூற்றுண்டின் இறுதியில் 'அச்சியல்' (axial) கொள்கைகள் வலுப்பெற்றன. சூலகஞ்சூழ்ப் பூக்களில் காணும் கோப்பை போன்ற அமைப்பு வெளிப்படையான ஒரு கூட்டு அமைப்பு உடையது என்பதற்கான சான்று கிடையாது. எனினும், ஷ்ளீய்டன் அது குழிந்த அச்சு உயரமாக வளர்ந்து உண்டாகியது என்று கருதினர். 'சூலக இலைகளும் மற்றப் பூவுறுப்புகளும் கோப்பை விளிம்பிலிருந்து தோன்றின. சூலக இலை வளர்ச்சி குன்றிச் சூலக முடியாக மட்டும் குழைவின் (cavity) கூரைபோல் (roof) காட்சியளிக்கிறது. சூலக இலைகளின் சூல் தோன்றுந்திசுக் குழைவில் கீழ்நோக்கி வளர்கிறது; அல்லது பல சூல்பை அறைகளுடைய கீழ்மட்டச் சூல்பைகளில் குழைவின் மையத் தூண் (axial column) போல இருந்து சூலக இலைகளின் டார்சல் பகுதியில் உள்ள உறுப்புகள் கோப்பையின் மேல் நோக்கிய வளர்ச்சியினுல் உயர்ந்து விடுகின்றன' என்று சாக்ஸ் கருதுகிருர்.

பூ நுனி அமைப்பு, தண்டு நுனி அமைப்பினின்றும் வேறுபட்டது என்று ஆராய்ந்து, பல ஆராய்ச்சிக் கட்டுரைகளைக் கிரிகாய்ர் (Gregoire, 1938) என்பவர் வெளியிட்டார். பூவின் ஆக்குத்திசுவில் இரு பகுதிகள் உள்ளன. அவை:

1. மேல் போக்கான ஆக்குத்திசுக்கவசம் (mantle)
2. உள்ளே உள்ள பாரென்கைமாடஸ் தொகுப்பு

முதல் தொகுதியில் மைடாசிஸ் வகை செல் பகுப்பு நடைபெற, இரண்டாம் தொகுதி செல்கள் பெரிய வாக்குவோல்களுடன் உள்ளன. இதன் வளர்ப்பகுதியில் வளர்நுனி கிடையாது. வெளிப்பரப்பு அரைவட்ட வடிவமானது; அதனால் பரப்பில் மட்டும் விரிவடைகிறது. கவச செல்களின் விளிம்புப்பகுப்பினால் (periclinal divisions) மையப்பகுதியில் செல்கள் உண்டாகின்றன. மையப்பகுதியிலிருந்து சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகள் தோன்றி,



படம் 21

கீழ்மட்டச் சூல்பை விதங்கள்

(அச்சியலான திசுக்கள் புள்ளியிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளன. புள்ளியிடாதவை ஒட்டுறுப்புத்திசுக்கள்)

A. சூல்பை முழுவதும் ஒட்டுறுப்புத் திசுவினாலாகியது

B. சூல் ஒட்டு அச்சியலானது

C. சூல்பை சூலகமுடியைத் தவிர அச்சியலானது

D. கோப்பை அச்சியலானது; சூல்பை ஒட்டுறுப்புத் திசுவினாலாகியது.

E. கோப்பை, சூல்ஒட்டு அச்சியலானது; சூல்பை ஒட்டுறுப்புத் திசுவினாலாகியது.

F. கோப்பை அச்சியலானது; சூல்ஒட்டு ஒட்டுறுப்புத் திசுவினாலாகியது.

இளம்பூவின் தோற்றுவி உறுப்புகளுக்குச் செல்கின்றன. தண்டு நுனியில் கற்றைகள் இலைத்தோற்றுவிகளின் அடிப்பாகத்தில்

தோன்றிப் பின்னர்க் கீழ்நோக்கியும் செல்கின்றன. இவ்விதமான வளர்முறையின்படி பூவுறுப்புகளை எவ்விதமான தண்டுறுப்புகளுக்கும் ஒத்த உருவமுடையவை என்று கூற முடியாது. கிரிகாய்ரது அபிப்பிராயப்படி சூலகக்கீழ்ப்பூ எந்த ஒத்த உருவமுடைய அமைப்புகளிலிருந்தும் உண்டாகாமல் பூ முழுவதும் ஒரு புதிய அமைப்பின்படி உண்டாயிற்று (suigeneris) எனக் கருதுகிறார்.

சூலகக்கீழான சூல்பை உண்டாவதற்கான காரணங்களை டக்ளஸ் (Douglas) என்பவர் தொகுத்துக் கூறுகிறார் :

1. வெளி வட்டப் பூவுறுப்புகள் சூல்பையைச் சுற்றிலும் இணைந்துள்ளன. இக் கொள்கை 1827ஆம் ஆண்டில் டி கண்டோல் உருவாக்கினார். இதனை வான்டியம் ஆதரித்தார் சமீப காலத்தில் ஈம்ஸ் (Eames) என்பவர் இக் கொள்கையினை ஆதரித்தார். (படம் 21-A-யும் B-யும்).

2. கீழ்மட்டச் சூல்பை முழுவதும் பூத்தளத் திசுவினால் ஆகியது. இவற்றில் சூல்கள் உள்ளன. சூலக இலைச்சுவர் வளர்ச்சி குறைந்து சூலகத்தண்டும் சூலக முடியாகக் காட்சியளிக்கின்றது. இக் கொள்கை 1839ஆம் ஆண்டில் உருவாக்கப்பட்டது. 19ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த ஜெர்மன் நாட்டுத் தாவரவியலறிஞர்கள் இக் கொள்கையினை ஆதரித்தார்கள் (படம் 21-C).

3. கீழ்மட்டச் சூல்பை குழிந்த பூத்தளம் உடையது என்றும், அதில் உண்மையான சூலக இலைகளை மூடியுள்ளது என்றும் நாடின் (Naudin, 1855) கருதினார். இக் கருத்து அக் காலத்தில் மிகவும் பிரபலமாயிருந்தது. அதனால் ஆப்பிளின் வெளிப்பகுதி பூத்தளம் என்றும், உள்பகுதி சூலக இலையினால் ஆகியது என்றும் நம்பினார்கள். இக் கருத்தினைப் பரப்பியவர்களில் கீபல் முக்கியமானவர் (படம் 21- D-யும் E-யும்).

சூல்தோன்றுத் திசு பூத்தள மையத்திலிருந்து உண்டாகிறது என்றும், டோர்சல் சூல்பைச்சுவர் சூலக இலைகளினால் உண்டாகிறது என்றும் கருதப்படுகிறது.

4. சாக்ஸ் 1870ஆம் ஆண்டில் இரண்டாவது கொள்கையினை ஆதரித்தார் ; சூலகக்கீழ்ச் சூல்பையின் சூலக இலைப்பகுதி வளமுடையதாகவும், வளமற்றதாகவும் இருக்கும் என்று நம்பினார். இந்த ஆர்க்கிடேசீக் குடும்பத்தில் உள்ள சுவர்ச்சூல் அமைவில் உண்மையாக உள்ளது. இதில் சூலக இலை விளிம்புகள் விளிம்பிலிருந்து உள்நோக்கி வளர்ந்து, இணைந்து சில தாவரங்களில் உள்ளதைப்போன்ற அச்சுச்சூல் அமைவு உண்டாகியது (படம் 21-F).

5. துண்டுத்தொகுப்பில் உள்ள எந்த உறுப்புடனும் ஒப்பிட்டுக் கூறமுடியாத கீழ்மட்டச்சூல்பை ஒருவிதமான இணை சொல்ல முடியாத சிறப்பு அமைப்புக்கொண்டதெனக் கிரிகாய்ர் கூறுகிறார்.

6. 'சூலக இலையிலாக் கொள்கை'யை (Acarpous Theory) மக்ளீன் தாம்ப்சன் (Mclean Thompson) 1933ஆம் ஆண்டில் உருவாக்கினர். இது இரண்டாவது 'அச்சியல் கொள்கை'யின் மாறுபாட்டுடன் கிரிகாய்ர் கொள்கையும் சேர்த்து உண்டாக்கப் பட்டது. பூத்தளத்தின் வளர்ச்சி நுனி வளர்ச்சியைவிட அதிகமாகி, பூவச்சு (floral axis) உள்நோக்கிக் குழிந்து (invagination), அதில் மெகாஸ்பொராஞ்ஜியாக்கள் (megasporangia) உண்டாகின்றன. சூலக இலைகளோ, இலைபோன்ற உறுப்புகளோ இக் கீழ்மட்டச் சூல்பையினை உண்டாக்குவதில்லை (படம் 21-F).

பூத்தோற்றுவியின் வளர்முறைபற்றிய தனி உறுப்பு வளர் முறை (Ontogeny) பற்றியும், முதிர்ந்த பூக்களின் ஒப்பு உள்ளமைப் பியல் (Comparative Anatomy) பற்றிய ஆய்வுகளும் அச்சியல் கொள்கையினை ஆதரிக்கின்றன. ஒப்பமை உள்ளமைப்பியல் ஒத்த உறுப்புகளின் ஒட்டிணைவுக் கொள்கையினை ஆதரிக்கிறது.

சூல் அமைவு முறை (Placentation): சூல்பையில் சூல்கள் அமைந்திருக்கும் முறைபற்றிப் பல கருத்துகள் உள்ளன.

சூலமைவு முறை ஒரு குடும்பத்தில் எல்லாத் தாவரங்களிலும் ஒரே மாதிரியாக நிலைத்துள்ள பண்பு என்றும், அது வகைபாட்டி யலுக்குப் பயன்படும் என்றும் கருதப்படுகிறது. சூலக இலை ஃபில்லோம் (phyllome) என்று கருதப்பட்டால், சூல்கள் விளிம்பிலோ, அடேக்ஸியல் பகுதியிலோ (adexial side) அமைந்திருக்கும். அமரில்லிடேசீக் (Amaryllidaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த டாரியாந்தஸ் (Doryanthus) என்ற தாவரத்தில் மட்டும் சூல்கள், சூலக இலையின் உள்நோக்கி மடிந்த விளிம்புகளின் அபேக்ஸியல் பகுதியில் அமைந்திருக்கும். சூலக இலை ஒன்றாக இருந்தால், உள் நோக்கி வளைந்த இலை விளிம்புகள் அடேக்ஸியல் பகுதியில் இணைந்து, விளிம்புகளில் சூல்கள் காணப்படும். சில தாவரங்களின் சூல்கள் சூலக இலையின் மைய நரம்பின்மேல் டார்சல்பக்கம் ஒன்றோ, அதற்கு மேற்பட்ட வரிசைகளிலோ அமைக்கப்பட்டி ருக்கும். தளச்சூல் அமைவில் (basal placentation) ஒன்றோ, அதற்கு மேற்பட்ட சூல்களோ சூல்பை அறைகளின் தளத்தில் இணைந்திருக்கும். சூல்பை அறையின் மேல்தளத்தில் சூல்கள் இணைந்திருப்பதற்குத் 'தொங்கு சூல் அமைவு' (penduious placentation) என்று பெயர். சூலக இலையின் உள்புறம் முழுவதும் சூல்

தோற்றுவித்திசு பரவி, சூல்கள் அதில் ஒழுங்கற்ற முறையில் காணப்படும். இந்த 5 முறைகளும் தனிச் சூலக இலையில் காணப் படும். கூட்டுச் சூல்பையில் காணப்படும் சூல்கள் யாவும் தனிச் சூலக இலையால் ஆன சூல்பையிலிருந்து தோன்றியவை.

தளச்சூல் அமைவுபற்றிப் பல கொள்கைகள் உண்டாயின. சூல்கள் மொட்டுகளை ஒத்தவை என்று கருதப்பட்ட பொழுது, அவை சூலக இலைகளில் அமைந்தவை என்று கூற இயலாது; ஏனெனில், பழைய அமைப்பியலறிஞர்களின் (Morphologists) கொள்கைப்படி, இலையிலிருந்து மொட்டுத் தோன்ற முடியாது. எனவே, எல்லாச் சூல்களும் அச்சியல் தோற்றம் உடையவை. தளச்சூலில் ஆரம்பித்து அச்சிடலிறுலான சூல்திசு மேல் நோக்கி வளர்ந்து சூலக இலைகளில் பலவாறாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இறுதியாக, சூல்கள் மொட்டுகள் அல்லவென்றும், ஸ்பொரான் ஜியா (sporangia) போன்றவை என்றும் கருதப்பட்டபொழுது, சூலக இலைகள் ஸ்போரோஃபில்களை (sporophylls) ஒத்தவை என்றும், சூல்கள் இலையை ஒத்தவை என்றும் கருதினர்கள். இவ் விளக்கத்தின்படி தளச்சூலினை விளக்குவது கடினமாயிற்று. இவ் விதமான சிக்கலைத் தவிர்ப்பதற்காக செலாகோவ்ஸ்கி (Celakovsky) சூலக இலை அஸிடியல் இலையினை (ascidial leaf) ஒத்தது என்றும், அது 'சோல்' (sohl) என்ற பகுதியிலிருந்து வளர்ந்தது என்றும் கருதினர். இக் கருத்தின்படி சூலக இலைகள் பெல்டேட் இலைக்கு ஒப்பிடப்பட்டது. அறிஞர்கள் கிபலும், ட்ராலும் இக் கருத்தினை ஆதரித்தார்கள்.

ஜிம்னோஸ்பெர்களை ஆராய்ந்து சானி (Sahni) என்பவர் அதில் இரு பரிணாமப் பாதைகள் (evolutionary lines) உள்ளன எனக் கூறு கிறார். ஸ்பொரான்ஜியா அச்சியலாக அமைந்தவற்றை ஸ்டேக்கி யோஸ்பெர்மே (Stachyospermae) என்றும், ஸ்பொரான்ஜியாக்கள் ஸ்போரோஃபில்களில் அமைந்தவற்றை ஃபில்லோஸ்பெர்மே (Phyllospermae) என்றும் கூறுகிறார். இக் கருத்தைத் தழுவி, லாம் (Lam) என்பவர் கார்மோஃபைடிக் தாவரங்களை (Carmophytic Plants) ஸ்டேக்கிஸ்போரஸ் (Stachysporus) என்றும், ஃபில் லோஸ்போரஸ் (Phyllosporous) என்றும் பாகுபாடு செய்கிறார். ஸிம்மெர்மேனின் (Zimmermann) டீலோம் கொள்கையினை (Telome Theory) அடிப்படையாகக்கொண்டு, ஸ்பொரான்ஜியா அச்சியலில் அமைந்த ஸ்டேக்கிஸ்போரஸ் நிலையைப் பழைய நிலை என்று குறிப்

பிடுகிறார். டீலோமிலிருந்து தோன்றிய இலைகளின் ஸ்போரான்ஜியா அமைக்கப்பட்டிருந்தால், அது ஃபிலோஸ்போரஸ் வகை எனப்படும். இது ஃபில்லோஸ்போரஸ் பரிணாம நிலையில் உயர்ந்தது என்று கருதுகிறார்.

ஏரேலிஸ் (Arales), பாலிகோனேலிஸ் (Polygonalis), ஃபாகேலிஸ் (Fagalis), அர்டிகேலிஸ் (Urticales), யூஃபோர்பியேலிஸ் (Euphorbiales) முதலியன ஸ்டேக்கிஸ்போரஸ் வகையைச் சேர்ந்தவை என்றும், ரேனேலிஸ் (Ranales), ரோசேலிஸ் (Rosales), கட்டிஃபெரேலிஸ்(Guttiferales), லிலியேலிஸ் (Liliales), ஃபில்லோஸ்போரஸ் வகையைச் சேர்ந்தவை என்றும் கருதுகிறார். இவ்விரண்டிற்கும் உள்ள வேற்றுமைகள் பின் ஜுராஸ்ஸிக் காலத்தில் வாழ்ந்திருந்த (Late Jurassic Period) பூக்கும் தாவரங்களிலேயே தோன்றியவை என்று கருதுகிறார்.

13. மகரந்தவியல்

(Palynology)

பூக்கும் தாவரங்களின் மகரந்தங்களைப்பற்றியும், பூவிலித் தாவரங்களின் ஸ்போர்களைப்பற்றியும் படிக்கும் தாவரத்துணை யியலுக்கு 'மகரந்தவியல்' எனப்படும்.

வரலாறு : 1. ஹியூகோ வான் மோல் (Hugo Von Mohl, *1805-1872*) மகரந்தங்களை அவற்றின் வாயில் (aperture), வாயில் சவ்வு (aperture membrane) ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டு வகைபாடு செய்தார்.

2. கார்ல் ஜூலியஸ் ஃபிரிஷ் (Carl Julius Fritsche, *1808-1871*) என்பவர் தமது 'உபர் டென் போலன்' (Uber Den Pollen) என்ற நூலினை 1837ஆம் ஆண்டில் எழுதி வெளியிட்டார். இந் நூலின் பெருமை 50 ஆண்டுக்காலத்திற்குப் பின்பே அறியப் பட்டது. இவர் பல தாவரங்களின் மகரந்தங்களைக் கண்டு அவற்றைப் படங்களுடன் விவரித்துள்ளார்.

3. ஹியூகோ ஃபிஷர் (Hugo Fischer, *1865-1939*) பல பூக்களில் காணப்படும் மகரந்தங்களையும், அவற்றின் வெளியுறைகளையும் (exine) நுணுக்கமாக ஆராய்ந்து, ஆய்வின் முடிவுகளை ஒரு நூலின் வாயிலாக வெளியிட்டார்.

4. லென்னார்ட் வான் போஸ்ட் (Lennart Von Post, *1884-1951*) என்பவருடைய பெருமைக்குரிய ஆசிரியர் கஸ்டாஃப் லேகர்ஹீம் (Gustaf Lagerheim) 'மகரந்தப் பகுப்பின் ஆன்மீகத் தந்தை' (The Spiritual Father of Pollen Analysis) என்ற சிறப்புப் பெயரால் அழைக்கப்படுகிறார். ருட்கர் செர்னண்டர் (Rudger Sernander) என்ற அறிவியலறிஞரிடமிருந்தும் இவர் மகரந்த வியலைக் கற்றுக்கொண்டார். இவர் இயல்பில் ஒரு மண்ணிய லறிஞர். தமது தனி முயற்சியினாலும் ஆர்வத்தினாலும் இவர்

மகரந்தவியல் ஆராய்ச்சிகளில் ஈடுபட்டார். இவர் மகரந்தப் பகுப்பிற்குரிய தத்துவங்களை வகுத்தார்.

5. ராபெர்ட் பொடோனி (Robert Potonie, *1889*) தொல்லுயிர்ப் படிம மகரந்தங்களைப்பற்றி (fossil pollengrains) ஆராய்ந்து, ஆராய்ச்சி முடிவுகளைப் பல வெளியீடுகளின்மூலமாக வெளியிட்டுள்ளார். இவர் 'தொல்லுயிர் மகரந்தவியலில்' (Paleo-palynology) மேதை எனக் கருதப்படுகிறார்.

6. ரோஜர். பி. உட்ஹவுஸ் (Roger P. Wodehouse, *1889*) தமது ஆய்வுக்கருத்துகளை 'மகரந்தத் தூள்கள்' (Pollengrains, *1935*) என்ற ஆராய்ச்சி நூலின் மூலமாக வெளியிட்டார். இது 'மகரந்தவியலின் கருவூலம்' என்று அறிவியலறிஞர்களால் போற்றப்படுகின்றது.

மகரந்தவியலைப்பற்றிப் பல ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொண்டு ஆராய்ச்சிகளின் பயனைக் கிடைத்த அரும்பெரும் கருத்துகளைப் புத்தக வடிவில் வெளியிட்டுள்ள அறிஞர்களில் முதற்சிறப்பைப் பெறுபவர் எர்ட்மேன் (Erdtman, *1943, 1952*) ஆவர். அடுத்தபடியாகச் சிறப்பித்துச் சொல்லக்கூடிய அறிஞர்கள் ஃபர்பாஸ் (Firbas) *1949,52*), ஃபேக்ரியும் இவர்சனும் (Faegri and Iversen, *1950*), போக்ரோவ்ஸ்காஜா (Pokrovskaja, *1950*), இகூஸ் (Ikuse, *1956*), தயாகோவ்ஸ்கா (Doya Kowska, *1959*), வாங் (Wang, *1960*), பிளா டால்மன் (Pla Dalman, *1960*) என்பவர்களாவர்.

நோக்கம் : இன்று மகரந்தவியல் மற்றும் பல அறிவியல்களுக்குப் பயன்படும்படியான சிறப்பு நிலையை அடைந்துள்ளது. அதனால் ஈண்டு அதன் வெளி, உள் நுண் அமைப்புகளையும், உறைகளின் தன்மை, அமைப்பைப்பற்றியும் தெளிவாக அறிந்துகொள்ளுவது அவசியமாகிறது. விரல் ரேகைகளைக்கொண்டு குற்றவாளிகளைக் கண்டுபிடிப்பது போல் மகரந்தங்களின் உதவியினால் தாவரங்களை அடையாளம் கண்டுகொள்ளலாம்.

'பாலினாலஜி' என்ற சொல்லை முதன்முதலில் ஹைட், வில்லியம்ஸ் (Hyde and Williams, *1945*) என்பவர்கள் பயன்படுத்தினார்கள்.

பிரிவுகள் : மகரந்தவியலில் மேலும் மேலும் தொடர்ந்த பல ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்றுக்கொண்டே போவதால், மகரந்தவியலில் பல ஆய்வுக்கட்டுரைகள் வெளியிடப்படுகின்றன. மற்றும் மகரந்தவியல் ஆய்வு பல பிரிவுகளிலும் நடைபெற்று வருகின்றது. இத்தகைய மகரந்தவியலின் பிரிவுகளைக் காண்போம் :

1. அடிப்படை மகரந்தவியல் (Basic Palynology)
2. மகரந்த அமைப்பியல் (Pollen Morphology)
3. மகரந்த வகைபாட்டியல் (Palyno Taxonomy)
4. தொல்லுயிர் மகரந்தவியல் (Paleo Palynology)
5. தேன் மகரந்தவியல் (Mellito Palynology)
6. மருந்து மகரந்தவியல் (Pharmaco Palynology)

மகரந்த ஆய்வுக்கூடம் - ஸ்டாக்ஹோம் (Pollen Research Laboratory - Stockhome) : இந்த ஆய்வுக்கூடம் 'ஸ்வீடன் நாட்டு இயற்கை அறிவியல் ஆராய்ச்சிக் குழு'வினால் (Swedish Natural Science Research Council, 1949) நிறுவப்பட்டது. இதில் உலகில் உள்ள பல்வகையான தாவரங்களின் மகரந்தங்களைச் சேகரம் செய்து, இனம் கண்டு பிடித்து, வகைபாடு செய்து, கண்ணாடி வில்லைகளில் ஒழுங்காக அடுக்கி வைக்கப்பட்டுள்ளன. பூக்கும் தாவரங்களின் மகரந்தங்கள் எங்ளர், டியல்ஸ் (Engler, Diels) என்ற அறிவியலறிஞர்கள் வகுத்த வகைபாட்டியலின் அடிப்படையில் அகர வரிசையில் அடுக்கி வைக்கப்பட்டுள்ளன. இதே விதமாகப் பிரையோஃபைட்டுகள், டெரிடோஃபைட்டுகள், ஜிம்னோஸ்பெர்ம்கள் (Gymnosperms) ஆகியவற்றின் ஸ்போர்களும் பாதுகாத்து வைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு மகரந்தத்தின் தெளிவான விரிவான வர்ணனையும், மாதிரி உருவங்களும் (models), அவற்றிற்குரிய விளக்க நூல்களும் இங்கு வைக்கப்பட்டுள்ளன.

அமைப்பியல் : 1. முனை நிலையும் சமச்சீரும் (Polarity and Symmetry) : பொதுவாக ஸ்போர்கள், ஸ்போர் தாய்செல்லிலிருந்து (spore-mother cell) நான்காகப் பிரிகின்றன. ஸ்போர் தாய்ச்செல்லிலிருந்து ஸ்போர்கள் பிரிந்து செல்லுவதற்கு முன் இவை டெட்ராஹெட்ரல் (tetrahedral) என்ற முறைப்படி அடுக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு மகரந்தத்திற்கும் எதிர்எதிராக இருமுனை நிலைகள் உள்ளன. இவற்றிற்கு முனை அச்சு (polar axis) என்று பெயர். மகரந்தத்தின் அண்மை முனை (proximal pole) அதன் மையத்தில் நான்கு ஸ்போர்களின் கூட்டமைவினை நோக்கி அமைந்திருக்கும். மகரந்தத்தின் தூரமுனை (distal pole) அவற்றின் எதிர்த்திசையினை நோக்கியிருக்கும்.

முனை அச்சு தூரமுனைக்குச் செங்குத்தாகவும் (vertical), தூரமுனை மேல்பாகத்திலும், அண்மை முனை அடிப்பாகத்திலும் காணப்படும்.

2. துளைகள் (Pores) : மாஸ், பரணி, ஜிம்னோஸ்பெர்ம், சில ஒரு வித்திலைத் தாவரங்கள் முதலியவற்றில் துளைகளே கிடையா. இத்தகைய ஸ்போர்கள் 'துளையற்ற ஸ்போர்கள்' (atreme spores) என்று சொல்லப்படும். பெரும்பான்மையான ஸ்போர்கள் ஒற்றைத் துளையுடையவை (monotreme). ஸ்போர்களில் காணப்படும் துளைகள் நீளமானவையாகவோ, குட்டையானவையாகவோ, வளர்ந்தோ காணப்படும். நீளமாக அமைந்துள்ள துளைகளுக்குக் 'கால்பி' (colpi) என்று பெயர். குறுகிய நுண்துளைகள் 'போர்கள்' (pores) எனப்படும். நீண்ட துளைகளோடுகூடிய கால்பிக்கள் தனியாகவோ அல்லது 3 பிளவுகளுடனோ (slits) காணப்படும்.

மாஸ், பரணிகளில் உள்ள ஸ்போர்களின் துளைகள் மிகவும் அருகருகே காணப்படும். ஜிம்னோஸ்பெர்ம் சில ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களில் உள்ள துளைகள் ஒன்றுக்கொன்று நெருங்கியிராமல் இடைவெளி விட்டுக் காணப்படும். சில ஒருவித்திலைத் தாவரங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வாயில்கள் உள்ளன. இரு வித்திலைத் தாவரங்களில் 3 முதல் பல வாயில்கள் காணப்படுகின்றன. பரிணாமப்போக்கின் ஆரம்ப நிலையில் ஒரு வாயிலும், பின்னர் வாயில்கள் எண்ணிக்கையில் அதிகரிப்பதும், பரிணாமத்தின் முன்னேற்றமும் சிறப்புமாகும்.

துளைகளின் அமைவிடத்தைக் (position) கருதுமிடத்து, பரிணாமப் போக்கு அண்மையிலிருந்து தூரத்திற்குச் செல்லுகிறது என்று அறிகிறோம். ஒரு துளையுடைய ஒரு வித்திலைத் தாவரத்திலிருந்து 3 முதல் பல துளைகளையுடைய இரு வித்திலைத் தாவரங்களுக்குப் பரிணாமப்போக்குச் செல்லுகின்றது.

துளைகள் தனியாகவும் (simple), கூட்டமாகவும் (composite) காணப்படும். இத்தகைய சிறப்பு அமைப்புப் பரிணாம மட்டத்தின் உயர்நிலையிலே உள்ளது. இவ் வகையான துளை அமைப்புடைய மகரந்தங்கள் இரு வித்திலைத் தாவரங்களில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. மகரந்தத்தின் மேல்பாகம் நீண்ட துளைகளுடனோ (colpoid) அல்லது சிறு துளைகளுடனோ (poroid) இருந்து, உட்பகுதி ஆஸ் எனப்படும். இது வாய் போன்று உருண்டையான வெளி விளிம்புடன் இருக்கும்; அல்லது கிடைமட்டமாக (horizontal) நீண்டிருக்கும். கால்போரேட் (colporate) மகரந்தங்களின் உள்ளே ஆஸாய், வெளியே நீண்ட துளையுமான கோல்பாய்டு (colpoid) வகையில் சிக்கலான துளை அமைப்பும் உடையது. பொரோரேட் (Pororate) வகையான மகரந்தங்களின் வெளிப்பாகத்தில் பல சிறு துளைகள் காணப்படும். சிக்கலான துளைகளில் எப்பொழுதும் விளிம்புகள் அமைந்திருக்கும்.

3. உருவமும் அளவும் (Shape & Size): இந்த வித்திலை மகரந்தங்களின் உருவம் தட்டையாகச் சிறிய முனை அச்சுடனே அல்லது நீண்ட முனை அச்சுடனே காணப்படும். மகரந்தத்தின் அளவு சில தாவரங்களில் 5 × 2 மைக்ரான் (Micron) அளவினதாக இருக்கும். மையோசாடிஸ் (Myosotis) போன்ற தாவர இனங்களிலும், சில குகர்பிடேசீ (Cucurbitaceae), சில நிக்டேஜினேசீக் (Nyctaginaceae) குடும்பத் தாவரங்களிலும் 200 மைக்ரான் அளவினதான மகரந்தங்களும் உள்ளன. செலஜினெல்லாவின் (Selaginella) மெகாஸ்போர் 1500 மைக்ரான் (1·5 mm) அளவுள்ளது. கார்பானிஃபெரஸ் (carboniferous) காலத்தில் வாழ்ந்திருந்த டிரைலிடஸ் ஜைகான்டியஸ் (Triletes giganteus) என்ற தாவரத்தின் மெகாஸ்போர் 6 முதல் 7 மில்லி மீட்டர் நீளமுடையவை.

4. மகரந்தங்களின் எண்ணிக்கை (Number of Pollengrains): சில தாவரங்களில் ஒரு மகரந்தத்தாளில் உள்ள மகரந்தங்களின் எண்ணிக்கை கீழே தரப்பட்டுள்ளது:

1. ருமெக்ஸ் அசிடோசா (Rumex acetosa) = 30,000
2. ஃபிரேக்ஸினம் எக்செல்ஷன் (Fraxinum excelsion) = 12,500
3. கல்லூனா வல்காரிஸ் (Calluna vulgaris) = 2,000
4. சிகேல் சிரியேல் (Secale cereale) = 19,000
5. டிரைஃபோலியம் மீடியம் (Trifolium medium) = 60

மகரந்தத் தோல் அடுக்கு (Sporoderon Stratification) - பெரினும் எக்ஸினும் (Perine and Exine): மகரந்தத்தோல் (sporeskin) என்ற சொல் பிஷார்ஃப் (Bischorff) என்ற அறிஞரால் பயன்படுத்தப் பட்டது. பூக்கும் தாவரங்களின் மகரந்தத்தோலில் வெளியுறை உள்ளுறை என்பவையும், பரணிகளின் ஸ்போர்களில் பெரிஸ்போரியம் (perisporium) என்பதும் காணப்படுகின்றன.

பெரீன், டிரையாப்டெரிஸ் (Dryopteris), ஆஸ்பிளீனியம் (Asplenium) போன்ற பரணிகளின் ஸ்போர்களில் காணப்படும்; ஆனால் பாலிபோடியம் (Polypodium), ஆஸ்மண்டா (Osmunda), பாட்ரீக்கியம் (Botrychium) போன்ற பரணிகளில் காணப்படுவதில்லை.

பெரீனை, எக்ஸீனை என்று பிரித்தறிய முடியாத அளவில் உள்ள உறை அடுக்கிற்கு ஸ்கிளீரீன் (Sclerine) என்று பெயர். பெரீனின் அமைப்புப்பற்றி யாமஸாகி டாகியோகோ (Yamazaki

Takeoko, *1962*) முதலானவர்கள் ஆராய்ந்து, இது வகைபாட்டிய லுக்கு மிகவும் முக்கியமான தெனக் கண்டுபிடித்துள்ளார்கள்.

எக்ஸீனின் வெளிப்பாகம் செக்ஸீனின் (sexine) உள்ளே உள்ள திடப்பகுதிக்கு (solid portion) நெக்ஸீன் (nexine) என்று பெயர். செக்ஸீன் மேடுபள்ளங்களுடையதாகக் காணப்படும்.

சில மகரந்தங்களின் இடைவெளிப் பகுதிகளில் எண்ணெய் காணப்படும். இது டிரைஃபீன் (triphene) எனப்படும். செக்ஸீனின் வெளிப்புறம் அமைந்துள்ள எக்டோசெக்ஸீனில் (Ectosexine) தொடர்ச்சியான டெஜில்லம் (tegillum) என்ற அடுக்கு உள்ளது. இதில் 'டெஜில்லார் மேல் அமைவுகள்' (supra tegillar process) எனவும், டெஜில்லார் இடைவெளிக்குச்சிகளும் (intra tegillar rods) காணப்படுகின்றன. இஃது 'உள்வெளியுறை'யாகத் (endo exine) தாங்கிக்கொள்ளப்படுகின்றது. இதில் 'இன்ட்ரா டெஜில்லார் பேகுலார்' (intra tegillar bacular) என்ற அமைப்புகளும் அமைந்துள்ளன.

நெக்ஸீன் பல அடுக்குகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அகேன் தேசிக் குடும்பத்தில் (Acanthaceae Family) நெக்ஸீனின் மேலே பேசோநெக்ஸீன் (basonexine) என்ற பகுதி உள்ளது.

அல்லுவாடியா ஹம்பெர்டி (Alluaudia humberti) என்ற தாவரத்தின் நெக்ஸீனில் குச்சி போன்றவை கூட்டமாக அடுக்கப்பட்டிருக்கும்.

மகரந்தவியலும் வகைபாட்டியலும் : இத் துறையில் உட்ஹவுஸ் (Wodehouse, *1935*, *1960*), எர்ட்மேன் (*1952*, *57*), வேகெநிட்ஸ் (Wagenitz, *1955*), ஸ்டிக்ஸ் (Stix, *1900*), ராஜ் (Raj, *1961*) ஆகிய அறிஞர்கள் ஆராய்ச்சி செய்துள்ளார்கள். மகரந்தவியல் எவ்வாறு வகைபாட்டியலுக்கு உதவி செய்யும் என்ற குறிப்போடு பல விதமான தாவரங்களின் மகரந்தங்களை ஆராய்ச்சி செய்து ஒப்பு நோக்கி, அவற்றை வகைபாட்டியலில் உண்மையான பொருத்தமான இடத்திலே அமைத்தார்கள். மற்றும் வகைபாட்டியலில் எந்தத் தொகுதியில் அமைப்பது என்று சிக்கலாக இருந்த குடும்பங்களையோ, பேரினங்களையோ, இனங்களையோ, வகைகளையோ, அவற்றின் மகரந்தப்பண்புகளை அடிப்படையாகக்கொண்டு பொருத்தமான இடத்தில் அமைத்தார்கள். வகைபாட்டியலுக்குத் தாவரங்களின் வெளி அமைப்புப்பண்புகளைவிட உள்ளமைப்பியல், கருவியல், செல்லியல் மகரந்தப்பண்புகளே மிகவும் முக்கியமானவை என்பதும், இவற்றின் அடிப்படையிலேயே தாவரங்களை வகைபாடு செய்ய வேண்டுமென்பதும் இந் நாளைய அறிஞர்களின் கருத்தாகும். மற்றும் வெளி அமைப்பியல் கருத்துகள் மிகச் சிறிய சூழ்நிலை மாறுபாடுகளின் ஆதிக்கத்திற்கும் மாறக் கூடியவை.

ஆனால், மேற்குறித்த தாவரத் துணையியல் பண்புகளோ சிறிய சூழ்நிலை மாறுதல்களுக்கெல்லாம் மாறாத நிலைத்த பண்புகளாக (stable characters) உள்ளன. இத்தகைய நிலைத்த பண்புகளை ஆதாரமாகக்கொண்டு வகைபாடு செய்யும் முறை சாலச் சிறந்ததாகும்.

1. எங்ளர், டியல்ஸ்ஆகியவர்களது வகைபாட்டுத் தொகுப்பினை (Engler and Diels System of Classification) ஆதாரமாகக்கொண்டு கேனெல்லேசீ (Canellaceae) என்ற குடும்பம் பெரைடேலிஸ் (Parietales) பெருங்குடும்பத்திலிருந்து (cohort) மகரந்தவியலை ஆதாரமாகக்கொண்டு தனியாகப் பிரிக்கப்பட்டு மேக்னோலியேலிஸ் (Magnoliales) என்ற பெருங்குடும்பத்துடன் வைக்கப்பட வேண்டும் என ஹட்சின்சன் (Hutchinson) என்ற அறிஞர் கருதுகிறார்.

2. எலேடினேசீ (Elatinaceae) என்ற குடும்பத்தை ஹட்சின்சன் கேரியோஃபில்லேலிஸ் (Caryophyllales) என்ற பெருங்குடும்பத்துடன் வைக்கிறார். இதற்கு மகரந்தவியல் அடிப்படையிலான ஆதாரம் கிடையாது. மகரந்தவியல் அடிப்படையினைக்கொண்டு ஆராயும்போது எலேடினேசீக் குடும்பத்தைக் கேரியோஃபில்லேலிஸ்களுடன் சேர்ப்பது முறையற்றதாகும். ஏனெனில், எலேடினேசீக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களில் சிக்கலான துளைகள் உள்ளன. ஆனால், கேரியோஃபில்லேலிஸ் தொகுதியைச் சேர்ந்த மற்றக் குடும்பங்களான மொல்லுஜினேசீ (Molluginaceae), கேரியோஃபில்லேசீ, ஃபைகாய்டேசீ (Ficoidaceae), போர்ச்சுலகேசீ (Portulacaceae) ஆகிய குடும்பங்களைச் சேர்ந்த தாவரங்களில் எளிமையான தனித்துளைகளே உள்ளன.

3. மகரந்தப் பண்புகளை அடிப்படையாகக்கொண்டு பார்க்கும்போது 'சென்ட்ரோஸ்பெர்மாய்டு' (centrospermoid) என்ற இரு வித்தலைத்தொகுதியைச் சேர்ந்த தாவரங்களின் மகரந்தங்களில் காணப்படும் துளைநிலைகள் பொதுவானதாக உள்ளது. இத்தொகுதியிலிருந்து பல பரிணாமக் கிளைகள் பிரிந்து செல்லுவதை அறியலாம்.

உப குடும்பங்கள் (Sub-families): தன்பெர்ஜியாய்டி (Thunbergioideae) என்ற உப குடும்பத்தில் மேயேனியா (Meyenia) என்ற ஒரு பேரினத்தைத் தவிர, மற்றப் பேரினங்களில் உள்ள மகரந்தங்களில் திருகு துளை (spiral aperture-Raj, 1961) காணப்படுகிறது. மகரந்தத் தோல் பண்புகள் அடிப்படையிலும் இந்த உப குடும்பம் பெடாலியேசீக் (Pedaliaceae) குடும்பத்துடன் தொடர்புடையது. சிலர் இந்த உப குடும்பத்தைத் தனிக் குடும்பமாகக் கருதப்படல் வேண்டும் என்று கூறுகின்றனர்.

14. கருவியல்

(Embryology)

(1) வரலாறு

கருவியலின் தோற்றம் (Origin of Embryology) : எழுத்துகளெல்லாம் அகரத்தை முதலாகக்கொண்டு ஆரம்பமாகின்றன. அது போல் அறிவியல் துறைகள் யாவும் அரிஸ்டாட்டிலை முதலாகக் கொண்டு ஆரம்பமாகின்றன. அரிஸ்டாட்டில் ஆண் பெண்ணுக்குரிய வேற்றுமைகளைத் தெளிவாகத் தெரிந்துகொள்ளாவிடினும், உயிரினங்களின் சந்ததிகள் பெற்றோர்களில் உள்ள மிகுதியான உணவுப் பொருள்களிலிருந்து உண்டாகின்றன என்று நம்பினர்.

அரிஸ்டாட்டிலின் மாணவரான தியோஃபிராஸ்டஸ் தமது 'தாவரங்களைப்பற்றிய ஆய்வு' (Enquiry into Plants) என்ற நூலினைக் கிறிஸ்து பிறப்பதற்கு மூன்று நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்னரே எழுதியிருந்தார். இவர் பேரீச்சமரத்தில் மகரந்தச் சேர்க்கையுறுவதைப்பற்றிக் குறிப்பிடுகிறார்.

ஹிரோடோடஸ் என்ற பயணி (traveller) அராபியரிடையேயும், அஸ்ஸீரியரிடையேயும் பேரீச்சமரத்தில் செயற்கை முறையில் மகரந்தச்சேர்க்கையுறச் செய்வது ஒரு மதச்சடங்காகக் கருதப் பட்டுக் கையாளப்பட்டு வந்தது எனக் கூறுகிறார்.

தியோஃபிராஸ்டஸிற்கு முன்னூறு ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு பிளினி (Pliny) என்பவர் இயற்கை வரலாற்றின் (Natural History) கலைக்களஞ்சியத்தை (Encyclopaedia) எழுதினர்; ஆண் பேரீச்சமரம் தனது நீண்ட நிமிர்ந்த இலைகளினல் சிப்பாயைபொத்த ஆண் தன்மையைப் பெற்றுள்ளதென்றும், பெண் பேரீச்சமரம் தனது மென்மையான இலைகளுடன் ஆண்மரத்தை நோக்கிப் பெண்ணிற்குரிய தன்மையுடன் நாணிக் குனிந்து நிற்கிறதென்றும் எழுதுகிறார்; இவர் தாமாக எவ்விதமான ஆராய்ச்சியையும் மேற்கொள்ளவில்லை. ஆனல், மற்றவர்கள் கூறிய கருத்துகளையும், வெளியிட்ட வெளி

யீடுகளையும் ஆதாரமாகக்கொண்டு தம் கருத்துகளை உருவாக்கிக் கலைக்களஞ்சியத்தில் குறித்து வைத்தார்.

இக் காலத்திற்குப் பிறகு பல காலம் வரையிலும் தாவரங்களின் பால்பண்புகளைப்பற்றிய கருத்து உருவாகவில்லை. 15, 16ஆம் நூற்றாண்டினைச் சேர்ந்த இடைக்கால அறிஞர்கள் தாவரங்களில் பால்பண்பு என்று ஒன்று கிடையாது என்றும், அங்ஙனம் தாவரங்களில் பால்பண்பு இருக்கிறது என்று சொல்வதே பொருத்தமற்றது, இழிவானதென்றும் கருதினர்கள். இக் காலத்தில்தான் பூவின் முக்கியமான ஆண்பெண் உறுப்புகளுக்கு விசித்திரமான விளக்கங்களைத் தந்தார்கள். உதாரணமாக, மகரந்தத்தாள்கள் எச்ச உறுப்புகள் (excretory organs) என்றும், மகரந்தம் (pollengrains) என்பவை கழிவுப் பொருள் என்றும் கருதப்பட்டன.

நுண்ணோக்கி கண்டு பிடிக்கப்பட்டதனுல் மேற்கண்ட விசித்திரமான கருத்துகளுக்கெல்லாம் முற்றுப்புள்ளி வைக்கப்பட்டது.

1677ஆம் ஆண்டில் லியூவென்ஹுக் (Leewenhoek) விலங்குகளின் விந்துகளைக் (sperms) கண்டுபிடித்தார்; அவை விந்துத் திரவம் அழுகியதால் உண்டாகிய சிறிய விலங்குத் துகள்கள் (wild animalcules) என்று எண்ணினர்.

க்ரூ (Grew, 1682) தமது 'தாவரங்களின் உள்ளமைப்பியல்' (Anatomy of Plants) என்ற நூலில் முதன்முதலில் பூவின் மகரந்தத்தாள்கள் ஆண் இனப்பெருக்கு உறுப்புகளைக் குறிக்கின்றன என்று எழுதினர்; மகரந்தம் சூலகமுடியில் விழுந்து, சூலகத்தில் 'உயிர்ச் சுரப்பியை' (vivifick effuvium) வெளியிட்டு, சூலகத்தைக் கனியாக மாற்றுகிறது என்றும் கூறினர்.

ருடால்ஃப் ஜேகப் கேமரேரியஸ் (Rudolph Jacob Camerarius, 1694) என்பவர் டுபின்ஜென் (Tubingen) தாவரப்பூங்காவின் இயக்குநராக இருந்தார்; பெண் மல்பெர்ரி மரங்கள் (female mulberry plants) ஆண் மரங்களின் அருகில் வளராமலிருந்தால், அப் பெண் மரங்களின் கனிகளில் நன்ருக வளர்ச்சியுருத விதைகளே உண்டாகின்றன என்று கண்டார்; மெர்கூரியாலிஸ் ஆன்னுவா (Mercurialis annua) போன்ற தொட்டிச்செடிகளை, அதனருகில் ஆண்செடிகள் இல்லாதவாறு வைத்தால், செடிகள் நன்கு வளர்ச்சியுற்றிருந்தபோதிலும், அவற்றிலிருந்து வளமுடைய விதைகள் உண்டாவதில்லை என்று கண்டார். அவர் அறிந்த உண்மைகளைத் 'தாவரங்களின் பால்தன்மை' (De Sexu Plantarum) என்ற வெளியீட்டின்மூலமாக விளக்கியுள்ளார்; பூவுறுப்புகளான

மகரந்தத்தாள்கள், மகரந்தம், சூலகம் இவற்றைக் கவனமாக விவரித்துள்ளார்; ஆமணக்குத் தாவரத்தில் (Ricinus) மகரந்தத் தாள்களை நீக்கியபோதும், மக்காச்சோளத்தில் (zeamays) சூலக முடியை நீக்கியபோதும் விதைகள் உண்டாவதில்லை எனக் கண்டார். 'தாவர உலகத்தில் இயற்கையின் சிறந்த முழுமையான பரிசும், இனங்களைக் காப்பாற்றுவதற்கும் உபயோகமாகும் விதைகளைத் தோற்றுவிக்கும் பண்பு மகரந்தத்தாள்களும், சூலகமும் இன்றி உண்டாவதில்லை. எனவே, பூவின் மகரந்தம் ஆண் இனப் பெருக்கு உறுப்பினைக் குறிக்கிறதென்றும், சூலகமும், சூலகத் தண்டும் பெண் இனப் பெருக்கு உறுப்புகளைக் குறிக்கின்றன" என்றும் கண்டு பிடித்தார்; விதையினை உண்டாக்குவதில் மகரந்தத்தின் சரியான வேலையைச் சரிவர அறியாவிடினும், மகரந்தத் தாள்களுக்கும், சூலக இலைகளுக்கும் விதையுள்ள கனிகளை உண்டாக்குவதில் தொடர்பு உண்டு என்று நம்பினர்.

60 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு ஜோசஃப் காட்லீப் கல்ராய்ட்டர் (Joseph Gottlieb Kolreuter, 1761) என்பவர், வுர்டன்பர்க் (Wurtenburg) என்ற ஊரில் பேராசிரியராக இருந்து, பல ஆராய்ச்சிகளைச் செய்தார். இவர் கேமரேரியஸ் கண்ட ஆராய்ச்சி உண்மைகளை ஒப்புக்கொண்டதோடு, மகரந்தச்சேர்க்கையில் பூச்சிகளின் பங்கைக் கண்டுபிடித்தார். ஒரு தாவரத்தில் உள்ள சூலகமுடியில் அதே பூவினைச் சேர்ந்த மகரந்தமும், மற்றொரு தாவரத்தின் மகரந்தமும் விழுந்தால், முதலில் சொன்ன பூவின் மகரந்தம் முளைத்துத் தன்மகரந்தச்சேர்க்கை பூர்த்தியாகிறது. எனவே, இயற்கையில் கலப்புயிரிகள் (hybrids) அரிதாகத் தோன்றுகின்றன. இவர் நிகோடியானு (Nicotiana), டயாந்தஸ் (Dianthus), மேதியோலா (Matthiola), ஹையோசயாமஸ் (Hyoscyamus) முதலான தாவரங்களில் செயற்கை முறையில் கலப்புயிரிகளை உண்டாக்கினர்.

மகரந்தக்குழாயின் கண்டுபிடிப்பு (Discovery of Pollantube): மகரந்தத்தின் முக்கியத்துவமும், அதன் பங்கும் (role), அது எவ்விதம் சூலினைப் பாதிக்கிறது என்பதும் ஆராயப்பட்டன. கணித மேதையும், வானநூலறிஞருமான (astronomer) கியோவான்னி பாட்டிஸ்டா அமிசி (Giovanni Battista Amici, 1824) என்பவர் நுண்ணோக்கிகளை உருவாக்குவதில் வல்லவராக இருந்தார். இவர் தாவரவியல் ஆராய்ச்சியிலும் ஆர்வமுடையவராக இருந்தார்.

இவர் போர்ச்சுலகா ஒலிரேஸியா (Portulaca oleraceae) என்ற பூவின் சூலகமுடியில் காணப்பட்ட மகரந்தம் முளைத்து, அதன் மகரந்தக்குழாய் சூலகமுடித் திசுக்களில் (stigmatic tissues) நுழைவதைக் கண்டார்.

இக் கண்டுபிடிப்பினைத் தொடர்ந்து பிரெஞ்சு நாட்டின் தாவர வியலறிஞரான பிரான்கினியார்ட் (Brongniart, 1827) என்பவர் மகரந்தக்குழாயைக் கண்டுபிடித்தார். இவர் அதற்கு 'விந்துக் குழாய்' (spermatic tubule) என்று பெயரிட்டார். மகரந்தக்குழாய் சூலகமுடியில் நுழைந்ததும் சில விந்துத் துகள்களைச் (spermatic granules) சிந்துகிறதென்றும், இவை சூலகமுடி, சூல் முதலியவற்றை அடைகின்றனவென்றும் எண்ணினார். மகரந்தக்குழாய் வளர்ந்து, சூலினை அடைகிறதென்று அமிஸி முடிவு செய்தார். இதே சமயத்தில் ராபெர்ட் பிரௌன் (Robert Brown) என்பவர் சூலக முடியின்மேல் மகரந்தம், மகரந்தக்குழாய் இவற்றைக் கண்டார்.

கருவின் தோற்றம்பற்றி ஷ்லீய்டனின் கொள்கை (Schleiden's Theory of the Origin of the Embryo): ஷ்லீய்டன் (1837) சூலின் தோற்றம்பற்றித் தெளிவான கருத்துகளை வெளியிட்டார். மகரந்தக்குழாய் சூலக முடியிலிருந்து சூல்துளை மூலமாகச் சூலினை அடைகிறது. இதே மகரந்தக்குழாய் கருப்பையின் சவ்வினைத் தள்ளிவிட்டு, நேரிடையாகக் கருவின் வெஸிக்கள் (Vesicle) ஆகிப் பல பகுப்புகள் அடைந்து கருவாகிறது. எனவே, கரு என்பது ஒரு கூடு போன்றது என்றும், அதற்குள் மகரந்தக்குழாய் நுனி (tip of the pollentube) பேணி வளர்க்கப்பட்டுப் புதிய செடியை உண்டாக்குகிறது என்றும் கருதினார். மகரந்தக்குழாய் நுனியிலிருந்து கரு உண்டாவதில்லை என்று அமிஸி கருதினார்; கரு சூலிலிருந்து உண்டாகிறதென்றும், அது மகரந்தக்குழாயிலிருந்து வெளியான திரவத்தினால் கருவுறச் செய்யப்படுகின்றன என்றும் எண்ணினார்.

மகரந்தக்குழாயிற்கும் கருவிற்கும் உள்ள உண்மையான உறவுக் கண்டுபிடிப்பு (Discovery of the True Relation between the Pollen-tube and the Embryo): ஆர்க்கிஸ் (Orchis) என்ற தாவரத்தில் அமிஸி பல சோதனைகள் செய்து மகரந்தக்குழாய் வருமுன்பே கருப்பை (germinal vesicle) இருந்தது என்றும், இக் கருப்பையே பின்னர்க் கருவினைக் கொடுக்கிறது என்றும் கண்டுபிடித்தார்.

இக் கருத்திற்கு ஆதரவானதொரு கருத்தினை வில்லியம் ஹாஃப் மீய்ஸ்டர் (William Hofmeister) 19 பேரினங்களிலும், 38 இனங்களிலும் ஆராய்ந்து, அவற்றின் முடிவுகளைப் பல விளக்கப் படங்களுடன் தெள்ளத்தெளிவாக விளக்கினார். அவர் ஆராய்ச்சி செய்த ஒவ்வொரு பூவிலும், அதற்கு முன்பே கருப்பையில் அமைந்திருந்த செல்லிலிருந்து கரு உண்டாயிற்று என்றும், கரு மகரந்தக் குழாயிலிருந்து உண்டாவதில்லை என்றும் நிரூபித்தார்.

1850ஆம் ஆண்டில் ஷாச்ட் (Schacht) என்பவர், ஒரு தனிக் கட்டுரையை (Monograph) 26 படங்களுடன் வெளியிட்டார். இக் கட்டுரை மிகவும் சிறந்த முறையில் எழுதப்பட்டிருந்த தாயினும், ஒவ்வொரு முறை விளக்கும்போதும், 'எக்' செல்லினை மகரந்தக்குழாயின் நுனி என்று தவருக முடிவு செய்துகொள்கிருர்.

விரைவில் ஷ்லீய்டன், ஷாச்ட் கருத்துகளுக்கு எதிராகப் பல ஆராய்ச்சிகளும், ஆராய்ச்சிக் கட்டுரைகளும் வெளியிடப்பட்டன.

பரிணும மட்டத்தின் கீழ்நிலையில் உள்ள தாவரங்களில் பாலிணைவுக் கண்டுபிடிப்பு (Discovery of Sexual Fusion in Lower Plants): 1854ஆம் ஆண்டில் துரெட் (Thurat) என்பவர் ஃபூகஸ் (Fucus) என்னும் பழுப்பு நிறப் பாசியில் (Phalophyceae) 'எக்' என்ற பெண்கேமீட் விந்துகளால் கிளர்ந்தெழச் செய்த பின்னரே புதிய செடிகள் உண்டாகின்றன எனக் கண்டார்.

1855ஆம் ஆண்டில் பிரிங்ஷீம் (Pringsheim) என்பவர் வவுச்சேரியா (Vaucheria) பசும் மஞ்சள் பாசியில் (xanthophyceae) விந்துகள் 'எக்' செல்லில் நுழைந்த பின்னரே வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது என்று கண்டார்.

1856ஆம் ஆண்டில் ஊடகோனியத்தில் (Oedogonium) ஸ்பெர்மடோஸோவாய்டு (spermetozoid) 'எக்' நோக்கி நகர்வதைப் பிரிங்ஷீம் கண்டார்.

இத்தகைய கண்டுபிடிப்புகளையெல்லாம் ஆதாரமாக்கிக் கொண்டு, ஜெர்மன் நாட்டு அறிஞர் ஆஸ்கார் ஹெர்ட்விக் (Oscar Hertiwig) ஆண் பெற்றோரிடமிருந்து வந்த ஒரு நியூக்ளியஸும், பெண் பெற்றோரிடமிருந்து வந்த மற்றொரு நியூக்ளியஸும் இணைவதுதான் கருவுறுதலின்போது நிகழும் முக்கியமான அமிசம் என்று எழுதினர்; கருப்பையைச் (embryo sac) சுற்றிலும் சூல்திசு (nucellus), சூலுறை (integument) ஆகியவை இருப்பதனல், நேரிடையாகக் கருவுறுதல் நிகழ்ச்சியைக் காணுவதில் சிரமம் ஏற்படுகிறது.

ஆண் பெண் கேமிட்டோஃபைட்டுகளின் இயல்பும் வளர்முறைகளின் கண்டுபிடிப்பும் (Discovery of the Nature and Development of Male and Female Gametophytes): ஹாஃப்மீய்ஸ்டர், ரீய்ஷென்பாக் (Reichenbach) போன்றவர்கள் முதிர்ந்த மகரந்தத்தில் (mature pollengrain) இரு நியூக்ளியஸ்கள் இருப்பதைக் கண்டார்கள்.

ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் (Strasburger), எல்ஃப்விங் (Elfving) ஆகியவர்கள் மகரந்தத்தில் உள்ள இரு நியூக்ளியஸ்களில் ஒன்று, மகரந்த விளிம்பில் அமைந்த சிறிய செல்லில் உள்ளது என்பதைக் கண்டார்கள். எல்ஃப்விங் செயற்கை ஊடகத்தில் (artificial medium) மகரந்தத்தை முளைக்கச் செய்வதில் வெற்றி கண்டார்.

'சூல் திசுவின் ஒரு செல் வேறுபாடு அடைந்து மெகாஸ்போர் தாய்ச்செல் (megaspore mother cell) ஆயிற்று. இரு பகுப்புகள் அடைந்தபின் அது நான்கு செல்கள் உள்ள ஒரு நீள்வரிசை (linear tetrad) ஆகிறது. இந் நான்கு செல்களுள் சூல்துளைக்கு அண்மையில் உள்ள மூன்று செல்கள் அளவில் குன்றி, அழிந்து விடுகின்றன. எஞ்சியுள்ள ஒரு செல் 'செயல்படு மெகாஸ்போர்' (functional megaspore) ஆகிறது. இதில் உள்ள நியூக்ளியஸ் 3 பகுப்புகளடைந்து, 8 நியூக்ளியஸ்கள் ஆகின்றன. இவற்றில் நான்கு, நான்கு நியூக்ளியஸ் தொகுதிகளாகச் சூல்துளை முனையிலும், சூலடி முனையிலும் காணப்படுகின்றன. இரு எதிர் முனைகளிலிருந்தும் ஒவ்வொரு நியூக்ளியஸ் மையப் பகுதியை நோக்கி நகர்ந்து, மையப் பகுதியை அடைகின்றது. இவற்றிற்கு முனை நியூக்ளியஸ்கள் (Polar Nuclei) என்று பெயர். இவை இணைந்து செகண்டரி நியூக்ளியஸ் (Secondary Nucleus) ஆகின்றன' என்று கண்டனர்.

'சூல்துளை முனையில் உள்ள மூன்று நியூக்ளியஸ்களில் மையத்தில் உள்ளது 'எக்' நியூக்ளியஸ் அல்லது பெண் கேமீட் ஆகிறது. இதற்கு இருபுறமும் அமைந்துள்ள இரு நியூக்ளியஸ்கள் சினெர்ஜெட்டுகளாக (synergids) ஆகின்றன. இம் மூன்றும் சேர்ந்த தொகுதி 'முட்டை செயற்களக் கருவி' (Egg Apparatus) எனப்படும். சூலடி முனையில் உள்ள மூன்று நியூக்ளியஸ்கள், ஆன்டிபோடல் செல்கள் (Antipodel Cells) எனப்படும் என்று கண்டுபிடித்தார்கள்.

டிராய்ப், மெல்லிங் இருவரும் மேலே கண்ட பொதுவான உண்மை அமைப்புகளுக்குச் சில விதிவிலக்குகள் இருப்பதையும் கண்டுபிடித்தார்கள். சில தாவரங்களில் மெகாஸ்போர் தாய்ச்செல் நான்கு செல்களாகப் பகுப்பு அடையாமல் இரு செல்களாக மட்டும் பகுப்படைகின்றன. அதில் அக்ராஃபிஸ் படுலாவில் (Agraphis Patula) உள்ளதைப்போல் மேல்செல்லோ அல்லது நார்சிஸ்ஸஸ் டாஸெட்டாவில் (Narcissus tazetta) உள்ளதைப் போல் கீழ்ச்செல்லோ கருவைத் தருகிறது எனக் கண்டார். லிலியம் (Lilium), டியூலிபாவில் (Tulipa) மெகாஸ்போர் தாய்ச்செல் எந்த விதமான பகுப்பும் அடையாமல் நேரிடையாகக் கருப்பையாக வளர்ச்சி அடைகிறது.

கரு (Embryo) : கரு வளர்ச்சியின் ஆரம்பநிலையில் உள்ள செல் பகுப்புகளை ஹான்ஸ்டீன் (Hanstein, 1870) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்; கேப்ஸெல்லா (capsella), அலிஸ்மா (alisma) என்ற பூக்களின் கருவளர் முறையை (embryogeny) ஆராய்ந்து விவரித்தார். பல ஆர்க்கிட்டுகளின் கருவளர்முறையை ஆராய்ந்து, சஸ்பென்சார்களையும், உறிஞ்சு உறுப்புகளையும் டிராய்ப் கண்டுபிடித்தார். இரு ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு கய்க்னார்டு 1881ஆம் ஆண்டில் லெகுமினோசீக் குடும்பத்தில் (Leguminoseae family) மிகப் பருமனை சஸ்பென்சார்களைக் (massive suspensors) கண்டுபிடித்தார்.

பல்கரு வளர்முறை (Polyembryony): 1719ஆம் ஆண்டில் லியூவென்ஹூக் ஆரஞ்சு விதையில் பல கருக்கள் இருப்பதைக் கண்டார்; ஃபங்கியா ஓவேடா (Funkia ovata), அல்கோர்னியா இலிஸிஃபோலியா (Alchornea ilicifolia), ஆரஞ்சு (Citrus aurantifolia) போன்றவற்றில் கருப்பை நுனிக்கு அருகில் அமைந்த சூல்திசுச் செல்கள் பகுப்படைந்து, சிறு செல் தொகுதிகளாகக் கருப்பைக் குழைவுக்குள் (cavity) கருவாக வளர்ச்சி அடைகின்றதெனக் கண்டார். மற்றும் பல அறிஞர்களது ஆராய்ச்சியினுல் கரு, சூலுறை சஸ்பென்சார்கள், கருப்பையின் முட்டையைத் தவிர மற்ற செல்களிலிருந்தும் கருக்கள் தோன்றுகின்றன என்று அறியப்பட்டது.

கருப்பை (Embryo Sac) : கருப்பையில் இரு செல்தொகுதிகள் இருப்பதை ஹாஃப்மீய்ஸ்டர் (1847-1861) கண்டார்; சூல்துளை முனைக்கு (micropylar end) உள்ளவற்றை முளைப்பவை (germinal), அல்லது கருவைச் சார்ந்தவை (embryonal) என்றும் கருதினுர். இவை யாவும் பின்னர்க் கருவாக வளர்ச்சியுறுவதால், இவற்றை ஜிம்னோஸ்பெர்ம்களில் காணும் ஆர்க்கிகோனியாக்களுக்கு ஒப்பிடலாம். சூலடி முனையில் உள்ள (chalazal end) செல்கள் கேமிடோஃபைட்டு வகையைச் சேர்ந்தவை. கருப்பையை மெகாஸ்போர்களுக்குச் சமமானவை என ஒப்பிடலாம். ஜிம்னோஸ்பெர்ம்கள் அல்லது மாற்றுரு ஸ்போர்களையுடைய டெரிடோஃபைட்டுகளில் (heterosporous pteridophytes) காணப்படும் பெண் கேமிட்டோஃபைட்டுகளுக்குச் (female gametophytes) சமமானவை என்றும் கருதப்பட்டது.

இவரது ஆய்வுகள் மிகவும் சிறந்தவை; முக்கியமானவை. எனினும், இவர் சினெர்ஜிட்டுகளுக்கும் (synergids) எக்கிற்கும் உள்ள வேறுபாட்டினை உணராமல் அவை யாவும் ஒரே விதமான வேலையைச் செய்கின்றன என நம்பினுர். மற்றும் கரு எவ்வாறு தோன்றியது என்றும் இவரால் அறிந்துகொள்ள முடியவில்லை. அக் காலத்தில் சூல்திசுவில் உள்ள ஒரு செல் பெரியதாகிக் கருப்பை ஆயிற்று என்று கருதப்பட்டது.

கருப்பையினைப்பற்றிய தெளிவான கருத்துகளும், கண்டு பிடிப்புகளும் 1877ஆம் ஆண்டு முதல் 1881ஆம் ஆண்டுவரையில் உள்ள இடைக்காலத்தில் வெஸ்க் (Vesque), ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் (Strasburger), ஃபிஷர் (Fisher), வார்டு (Ward), ஜான்சன் (Jonsson), டிராய்ப் (Treub), மெல்லிங்க் (Mellink), குய்க்னார்டு (Guignard) என்ற அறிஞர்களின் ஆராய்ச்சிகளினால் தெளிவாகியது.

கருவுறுதல் கண்டுபிடிப்பு (Discovery of Syngamy): ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் 1877ஆம் ஆண்டில் ஆண் கேமிட்டோஃபைட்டைப்பற்றித் (male gametophyte) தாம் கொண்டிருந்த சில தவறான கருத்துகளைத் திருத்திக்கொண்டார். மகரந்தம் இரு செல்களாகப் பகுப்படையும்போது, அதன் விளிம்பில் உள்ள சிறிய செல் ஜெனரேடிவ் செல் (generative cell) என்றும், பெரிய செல் வெஜிடேடிவ் செல் (vegetative cell) என்றும் கண்டார். சிறிய ஜெனரேடிவ் செல் மகரந்தத்திலிருந்து தனியாகப் பிரிந்து பகுப் படைகிறது; வெஜிடேடிவ் நியூக்ளியஸ் பகுப்படையாமல் இருக் கிறது.

மகரந்தக்குழாயில் உள்ள செல் திரவம் பரவி, கருவுறுதல் நிகழ்ந்தது எனக் கருதப்பட்டது. மானோடிராபா (Monotropa) போன்ற தாவரங்களை ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் ஆராய்ந்து, மகரந்தக் குழாய் கருப்பையினை அடைகிறது என்றும், அதில் உள்ள ஒரு நியூக்ளியஸ் 'எக்' நியூக்ளியஸுடன் இணைந்து கருவுறுதலைப் பூர்த்தி செய்கிறது என்றும் கண்டுபிடித்தார். இவரது ஆய்வினால் கீழ்க்காணும் பல உண்மைகள் வெளியிடப்பட்டன:

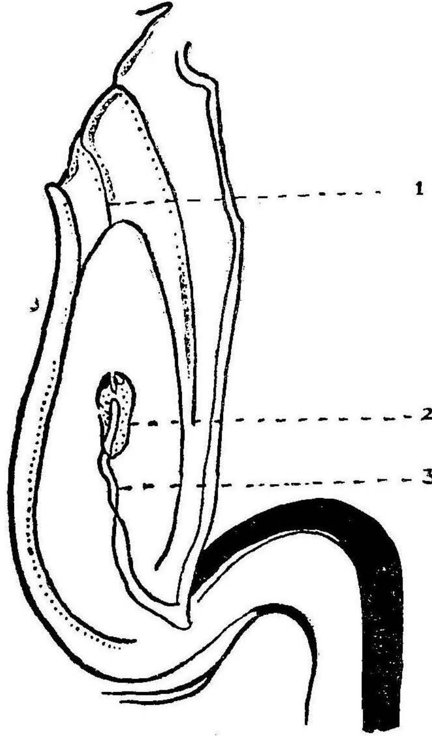
(a) ஆண் கேமிடிக் நியூக்ளியஸும், 'எக்' நியூக்ளியஸும் இணைவதே கருவுறுதல் என்பதாகும்.

(b) கேமீட்டுகளில் உள்ள சைடோபிளாஸம் (cytoplasm) கருவுறுதலில் பங்கெடுத்துக்கொள்வதில்லை.

(c) விந்து நியூக்ளியஸும் 'எக்' நியூக்ளியஸுந்தான் உண்மையான நியூக்ளியஸ்கள்.

சூலடி இணைவு (Chalazogamy): ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜரது கருவியற் கண்டுபிடிப்புகள், மற்றும் பல ஆராய்ச்சியாளர்களைக் கருவியல் ஆராய்ச்சியில் ஈடுபடச் செய்தது. 1891ஆம் ஆண்டிற்கு முன்னர் மகரந்தக்குழாய் சூல்துளை வழியாகவே நுழைகிறது என்று கருதப் பட்டது. சவுக்கில் (casuarina) சூலடி வழியாக மகரந்தக்குழாய் நுழைகிறது என்று டிராய்ப் கண்டுபிடித்தார். இதற்குச் சூலடி இணைவு (chalazogamy) என்று பெயர். டிராய்ப் இவ்விதமாகச்

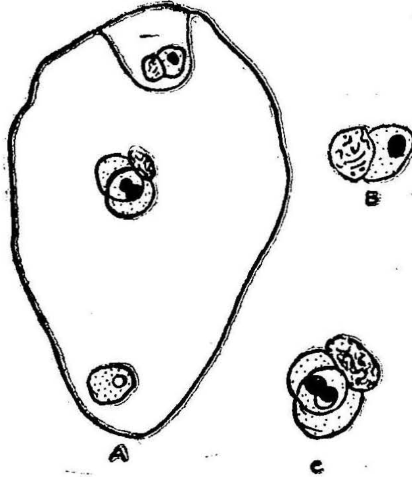
சூலடி இணைவுள்ள தாவரங்களை ஒரு பிரிவாகவும் (chalazogams), மகரந்தக்குழாய்ச் சூல்துளை வழியாக நுழைந்து கருவுறுதலைப் பூர்த்தி செய்யும் தாவரங்களை ஒரு பிரிவாகவும் (porogams) வகைபாடு செய்தார்.



படம் 22. காஷுவாரினா ஸுபேரோஸா சலாஸோகமி
1. சூல்துளை 2. கருப்பை 3. மகரந்தக்குழாய்

இரட்டைக் கருவுறுதல் (Double Fertilisation): லிலியம் மார்டகன் (Lilium mortagan), ஃபிரிடில்லேரியா டெனெல்லா (Frittillaria tenella) என்ற பூக்களை ஆராய்ந்த எஸ். ஜி. நவாஷின் (S. G. Nawaschin, 1898) என்ற அறிஞர், மகரந்தக்குழாயிலிருந்து வந்த இரு கேமிடிக் நியூக்ளியஸ்களும் கருவுறுதலில் பங்கெடுத்துக்கொள்ளுகின்றன என்றும், ஒரு நியூக்ளியஸ் 'எக்' நியூக்ளியஸுடன் இணை

கிறது; மற்றொன்று இரு முனை நியூக்ளியஸ்கள் ஒன்றாக இணைந்த செகண்டரி நியூக்ளியஸுடன் இணைகின்றதென்றும் கண்டு பிடித்தார்.



படம் 23. இரட்டைக் கருவுறுதல்
A. ஸில்லா ஸிபிரிகாவில் இரட்டைக் கருவுறுதலைக் காட்டுவது
B. 'எக்' நியூக்ளியஸுடன் விந்து நியூக்ளியஸ் இணைவது
C. முனை நியூக்ளியஸுடன் விந்து நியூக்ளியஸ் இணைவது

எண்டோஸ்பெர்ம் திசுக்கள் ஒருமையமானவையா (x haploid), இருமையமானவையா (2x), மும்மையமானவையா (3x) என்ற விவாதம் சில காலம் அறிஞர்களிடையே இருந்தது. சார்கண்ட் (Sargant, 1900) போன்ற அறிஞர்கள் எண்டோஸ்பெர்ம் கேமிட்டோஃபைட்டைச் சார்ந்த திசு என்று கூறினார்கள். மற்றுஞ் சிலர் எண்டோஸ்பெர்ம் திசுவை இரண்டாம் கரு (second embryo) என்றும் கருதினர். 'எக்' நியூக்ளியஸும் ஓர் ஆண் கேமிடிக் நியூக்ளியஸும் 'உண்மையான கருவுறுதல்' அல்லது 'இனப் பெருக்குக் கருவுறுதல்' (generative fertilization) என்றும், முனை நியூக்ளியஸ்களுடன் மற்றோர் ஆண் கேமிடிக் நியூக்ளியஸ் இணைவது 'உடலக் கருவுறுதல்' (vegetative fertilization) என்றும் ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் கருதுகிறார்.

பார்த்தினோ ஜெனிஸிஸ் (Partheno Genesis): ஆன்டென்னேரியா ஆல்பினா (Antennaria alpina) என்னும் செடியில் ஆண் செடிகள் இயற்கையில் அரிதாகக் காணப்படுகின்றன என்றும், மகரந்தச் சேர்க்கையுறாமல் பெண் செடிகள் ஏதோவொரு வகையில் விதைகளை உண்டாக்குகின்றன என்றும் கெர்னர் (Kerner, 1876) கண்டுபிடித்தார்.

ஜூல் (Juel, *1898*) என்பவர் ஆன்டென்னேரியா ஆல்பினுஸ் விதையுண்டாகும் வளர்முறையை ஆராய்ந்து, அவற்றில் ஆண் செடிகள் இருந்த போதிலும் அவற்றில் மகரந்தம் குறைவாக உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது; அல்லது தோன்றுமலே போய் விடுகின்றது. சூல்களில் மெகாஸ்போர் தாய்ச்செல் நேரிடையாக எவ்விதமான குன்றல் பகுப்பும் இல்லாமல் கருப்பையாக மாறு கிறது. இருமயக் குரோமோசோம்களுடைய (2x) 'எக்' நியூக்ளியஸ் கருவுறுதலின்றி நேரிடையாகக் கருவாக மாறுகிறது என்று கண்டுபிடித்தார். முர்பெக் (Murbeck) என்பவர் அல்கெமில்லாத் (Alchemilla) தாவரத்தில் இத்தகைய கருவுறுதலில்லாக் கருக்களைக் (unfertilized embryos) கண்டுபிடித்தார்.

இருபதாம் நூற்றாண்டு (The Twentieth Century) : *1900*ஆம் ஆண்டு பூக்கும் தாவரங்களின் கருவியலில் ஒரு புதிய சகாப்தத்தை உண்டுபண்ணியது. இதற்குள் கேமிட்டோஃபைட்டுகளின் வளர் முறையையும், கருவளர்ச்சியைப்பற்றியதுமான தெளிவான உண்மைகளைப் 'பூக்கும் தாவரங்களின் அமைப்பியல்' (Morphology of Angio Sperms) என்ற நூலில் கூல்டர் (Coulter) என்பவரும், சேம்பர்லின் (Chamberlain) என்பவரும் எழுதியுள்ளார்கள். இந்த இருபதாம் நூற்றாண்டில் இதற்கு முன்னர்ச் செய்யப்பட்ட ஆய்வு களைப் பரிசீலனை செய்து தெளிவாக்கி உறுதி செய்து, பல உண்மைகளை ஒன்று சேர்த்து ஒப்பு நோக்கித் தாவர வகைபாட்டி யலுக்குத் துணை செய்யப்பட்டன. இவர்களுள் முதன்மையானவர் வியன்னாவில் வாழ்ந்த கார்ல் ஷ்னார்ஃப் (Karl Schnarf), பிரெஞ்சு நாட்டைச் சேர்ந்த ஈ.ஸி.ஆர் ஸூஜஸ் (E.C.R. Soueges) என்பவர்கள் ஒரு வித்திலை, இரு வித்திலைக் குடும்பங்களைச் சேர்ந்த பல பேரினங்களில் கருவளர் முறையை ஆராய்ந்துள்ளார்கள். உக்ரேன் (Ukrain) நாட்டில் வாழ்ந்த டபுள்யூ. டபுள்யூ. ஃபின் (W.W. Finn) என்பவர் ஆண் கேமிட்டோஃபைட்டுகளின் இயல்பினை யும், வளர்முறையையும் ஆராய்ந்தார். ஸ்வீடன் நாட்டைச் சேர்ந்த அறிஞர்களான முர்பெக், ஒ. ரோசென்பெர்க் (O. Rosenberg), எச். ஒ. ஜூல் (H. O. Juel) ஆகிய அறிஞர்கள் கேமீட்டுகளின் தோற்றம்பற்றி யும் (origin of gametes), அபோமிக்ஸிஸ் (apomyxis) பற்றியும் ஆராய்ந்தனர். இவர்கள் செய்த ஆராய்ச்சிகளின் தொடர்ச்சியாகக் கே. வி. ஒ. தல்கிரென் (K.V.O. Dahlgren), எஃப். ஃபாகெர்லண்டு (F. Fagerlend), ஏ. ஹாகென்சன் (A. Hokanson), எச். ஸ்டினார் (H. Stenar), ஏ. கஸ்டாஃப்சன் (A. Gustafsson) என்பவர்களும், இத்தாலி நாட்டைச் சேர்ந்த ஏ. கியாருகி (A. Chiarugi), ஈ. கரானோ (E. Carono) என்பவர்களும், ஸ்விட்சர்லாந்து நாட்டைச் சேர்ந்த ஏ. எர்னெஸ்ட் (A. Ernest) என்பவரும், ஜெர்மனி நாட்டைச்

சேர்ந்த எச்.டி. வுல்ஃப் (H.D. Wolff) என்பவரும், ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டைச் (United States of America) சேர்ந்த ஜே.எம். கூல்ட்டர் (J.M. Coulter), டி.எஸ். ஜான்சன் (D.S. Johnson) என்பவர்களும், இந்தியாவைச் சேர்ந்த பி. மஹேஷ்வரியும் (P. Maheshwari), அவரது மாணவர்களும் கருவியல் ஆய்வுகள் பல செய்து, கருவியல் வளர்ச்சிக்கு உதவினூர்கள்.

(2) பரிசோதனை முறையிலான கருவியல் (Experimental Embryology)

கருவியலின் வகைகள்: நவீனகாலக் கருவியல் மூன்று வகைப்படும்.

1. வர்ணனைக் கருவியல் (Descriptive Embryology) ஒரு தாவரத்தின் பால் உறுப்புகள் தோன்றுவதிலிருந்து கரு முதிர்வது வரையிலான நிகழ்ச்சிகளைத் தொகுத்துக் கூறுவது.

2. மரபுக் கருவியல் (Phylogentic Embryology) வகைபாட்டியலில் இப்பொழுது காணப்படும் குடும்பம் (family), பெருங்குடும்பம் (cohort) ஆகியவற்றிற்கிடையேயுள்ள உறவு முறையினைக் கருவியல் கண்ணோட்டம் கொண்டு ஆராய்ந்து இன்றுள்ள வகைபாட்டியல் அமைப்புகளைத் திருத்தி அமைப்பது.

3. பரிசோதனைக் கருவியல் இயற்கையில் காணும் நிகழ்ச்சிகளைப் பின்பற்றுவது அல்லது அதை மாற்றி அமைப்பது. இதனுல் கரு வளர்ச்சியின் வேறுபாட்டிற்குரிய அச் செயல்களின் இயற்பியல் வேதி அமைப்புகளை (Physical and Chemical Structures) நமக்கு நாம் நன்கு புரிந்துகொண்டு, நம் பயனுக்குத் தகுந்தவாறு மாற்றி அமைத்துக்கொள்ளுவது.

இருபதாம் நூற்றுண்டின் பிற்பகுதியில் நடைபெறும் ஆய்வுகளுள் ஒரு மாறுதல் போக்குக் காணப்படுகிறது. இதுகாறும் தாவரங்களை வர்ணித்து வெளியிட்ட வெளியீடுகளிலும், ஆராய்ச்சிகளிலும் ஆராய்ச்சியாளர்கள் அதிகமான ஈடுபாடு காட்டவில்லை. ஆனுல், பரிசோதனை முறையிலான ஆராய்ச்சிகள் அளவிலும் எண்ணிக்கையிலும் அதிகரிக்க ஆரம்பித்தன. இதிலிருந்து அறிவியல் அறிஞர்கள் வர்ணனைப்போக்கிலிருந்து சோதனைப்போக்கிற்கு மாறியுள்ளார்கள் (a trend from descriptive sciences towards experimental sciences) என்று அறிகிறோம். இதனுல் வர்ணனைப் பகுதியிலான அறிவியல் பயனற்றது, ஒதுக்கிவிட வேண்டியது என்பது பொருளாகாது. ஆனுல், சோதனைமுறையிலான அறிவியல்

ஆராய்ச்சிகளுக்கு அதிக முக்கியத்துவம் கொடுக்கப்படுகிறது என்பது பொருளாகும்.

சோதனை முறையிலான கருவியல் ஆராய்ச்சிகள் எவ்விதம் நடைபெறுகின்றன என்பதைக் காண்போம் :

கருவுறுதலைக் கட்டுப்படுத்துவது (Control of Fertilisation): மெண்டலின் ஆய்வுக் கருத்துகள் 1900-ல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. முதல் அறிஞர்கள் நல்ல மகசூலினைக் கொடுக்கும் (yield) முன்னேற்றமான பயிர்களைத் தேர்ந்தெடுப்பதில் கண்ணும் கருத்துமாக இருந்தார்கள். அங்ஙனம் அறிஞர்கள் புதிய பயிரினங்களைக் கலப்புயிரிப் பயிரிடும் முறையினால் (hybridisation) உண்டாக்கும்போது கீழ்க்காணும் பல இடையூறுகள் ஏற்பட்டன :

(a) கலப்புயிரிப் பயிர் முறைக்கு எடுத்துக்கொள்ளும் இரு பெற்றோர்த் தாவரங்கள் (parental plants) வெவ்வேறு காலங்களில் பூப்பது.

(b) சூலக முடியில் மகரந்தம் முளைப்பதில்லை.

(c) மகரந்தக்குழாய் சூலகத்தண்டில் மெதுவாக வளர்வது.

(d) சூலகத்தண்டில் மகரந்தக்குழாய் வெடித்து விடுவது அல்லது இறந்து விடுவது.

(e) ஆண்கேமீட்டான விந்து கருவுறுதலை நிகழ்த்த முடியாமற் போவது.

இடையூறுகளை நீக்கும் முறைகள் : (a) கலப்புயிர்ப் பயிர் முறைக்கு எடுத்துக்கொள்ளும் இரு பெற்றோர்த் தாவரங்கள் இரு வேறு காலங்களில் பூப்பது என்பது பெரும்பாலும் ஒரு செயலியல் பிரச்சினை (physiological problem) ஆகும். சூழ்நிலைக் காரணிகளை, சிறப்பாக வெப்பநிலையையும், ஒளிக்காலத்துவத்தையும் (photo period) மாற்றி, இரு பெற்றோர்த் தாவரங்களையும் ஒரே சமயத்தில் பூக்கும்படியாகச் செய்யலாம். இரு பெற்றோர்த் தாவரங்களும் இடங்களினாலும், பருவங்களினாலும் பிரிக்கப்பட்டிருந்தால், ஒரு பருவத்திலிருந்து எடுத்த மகரந்தங்களை மறு பருவம் வரைச் சேமித்து வைத்திருப்பது சிறந்த முறையாகும். இவ்விதமான முறையினால் ஒரு பருவத்தில் சேமித்து வைத்த மகரந்தத்தை மற்றொரு நாட்டில், மற்றொரு பருவத்தில், கலவிக்குப் பயன்படுத்துவது சாத்தியமாகின்றது.

இயல்பான நிலைகளில் மகரந்தம் சில நாள்கள் அல்லது சில வாரங்கள் வரையிலும் உயிருடன் இருக்கும். உதாரணமாக,

பார்லியிலும் (barley), நெல்லிலும் மகரந்தப்பையிலிருந்து மகரந்தத்தை நேரிடையாக மாற்றினால் ஒழியக் கருவுறுதல் வெற்றிகரமாக நடைபெறுவதில்லை என அந்தோனியும் (Anthony), ஹார்லன் (Harlan, 1920), நாகோ, டகானோ (Nago and Takano, 1938) என்பவர்களும் கண்டுபிடித்துள்ளார்கள். சோளத்தில் மகரந்தப்பை வெடித்து 5 மணிகளுக்குள்ளாக மகரந்தம் சூலகமுடியை அடைந்தால்தான் கருவுறுதல் நடைபெற்று விதையுண்டாகும் என்று ஸ்டீஃபன்ஸ், குயின்பி (Stephens and Quinby, 1934) என்பவர்களும் கண்டுபிடித்துள்ளார்கள்.

கோயம்புத்தூர் வேளாண்மை ஆய்வுப்பண்ணையில் (Coimbatore Agriculture Research Station) பருத்தியிலிருந்து (Gossypium) எடுத்த மகரந்தத்தில் 65 சதவித மகரந்தங்கள் 24 மணி நேரம் வரை முளைக்கும் தன்மையைப் பெற்றிருந்தன என பானெர்ஜி (Banerji, 1929) கண்டுபிடித்தார். கத்திரிப்பூவில் உள்ள மகரந்தம் (Solanum melangena) கோடைகாலத்தில் 1 நாளும், 2 அல்லது 3 நாள்களும் உயிருடன் இருக்கும் என பால் என்பவரும், சிங் என்பவரும் (Pal and Singh, 1943) கண்டுபிடித்தனர். இதற்கு மாறாகப் பேரீச்சம்பூவின் மகரந்தம் ஓராண்டுக் காலம் வரை உயிருடன் இருக்கும் என்று சிலர் கூறுகின்றனர். ஸ்டௌட் (Stout, 1924) என்பவர் இக் கூற்றினை உறுதியாக மறுத்து, பேரீச்சம் பூவின் மகரந்தம் 77 நாள்களே உயிருடன் இருக்கும் எனக் கூறுகிறார். ஹால்மேன் என்பவரும், புருபேகர் என்பவரும் (Holman and Brubaker, 1926) பேரீச்சம்பூவின் மகரந்தங்கள் 77 நாள்களுக்கு மேலும் உயிருடன் இருக்கும் என்று கூறுகிறார்கள்.

மகரந்தத்தைத் தகுந்த முறையினால் பாதுகாத்து வைத்திருந்தால், அவற்றை நீண்ட நாள்கள் உயிருடன் வைத்திருக்க இயலும். சைக்ளமென் (cyclamen) என்ற பூவின் மகரந்தம் 18 முதல் 185 நாள்கள் வரையிலும், லிஸ்டெரா ஓவேடாவின் (Listera ovata) பூக்களில் உள்ள மகரந்தம் 40 முதல் 164 நாள்கள் வரையிலும் உயிருடன் இருப்பதை நீட்டிக்கச் செய்ய முடியும் என்று ஹால்மேன் என்பவரும், புருபேகர் என்பவரும் கண்டுபிடித்துள்ளார்கள்.

டைஃபா (Typha) என்ற செடியின் பூக்களில் உள்ள மகரந்தம் கால்சியம் குளோரைடில் (calcium chloride) பாதுகாத்து வைத்திருந்தால் 336 நாள்கள் வரை உயிருடன் இருக்கும் எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. உலர்ந்த காபிப் (coffee) பூவின் மகரந்தம் ஒரு வாரம் வரை சூலகமுடியின்மேல் முளைக்கும் தன்மையினைப் பெற்றிருக்கும் என்று ஃபெர்வெர்டி (Ferwerde, 1937) கண்டார்.

10°C வெப்ப நிலையிலும், 35 முதல் 50 சதவீத ஈரப்பதனத்திலும், சின்கோனாப் (cinchona) பூவின் மகரந்தத்தைச் சேமித்து வைத்திருந்தால், 19 சதவீதம் வரையிலான மகரந்தங்கள் முளைக்கும் தன்மையினை இழப்பதில்லை என்று ஃபீய்ஃபெர் (Pfeiffer, 1944) கண்டார். 2° முதல் 8°C வரையிலான குறைந்த வெப்ப நிலையிலும் 50 சதவீத ஈரப்பதனத்திலும் வைத்திருந்தால், ஆப்பிள் பூவின் மகரந்தம் 4½ ஆண்டுகளும், புளிப்புச் செர்ரியின் (sour cherry) மகரந்தம் 5½ ஆண்டுகளும் முளைக்கும் தன்மையைப் பெற்றிருக்கும் என நிபெல் (Nebel, 1939) கூறுகிறார்.

பொதுவாக, புற்களின் பூக்களில் உள்ள மகரந்தங்கள் சில மணி நேரங்களே உயிருடன் இருக்கும். ஆனால், சக்காரம் ஸ்பான்டேனியம் (Saccharum spontaneum) பூவின் மகரந்தத்தைத் திறந்த கண்ணாடி வில்லையில் மங்கிய ஒளியில் வைத்திருக்கும்பொழுது 6 மணி நேரம் முளைக்கும் தன்மை பெற்றிருந்தது. இதன் மகரந்தத்தைச் சோதனைக்குழாயில் எடுத்துப் பஞ்சினால் மூடி அறையின் வெப்பநிலையில் வைத்திருந்தபொழுது 24 மணி நேரம் வரை முளைக்கும் தன்மையைப் பெற்றிருந்தது. மக்காச்சோளத்தின் மகரந்தத்தை நேரடியான சூரிய ஒளியிலும், 46°C வெப்ப நிலையிலும் வைத்தபொழுது 3 மணி நேரமே உயிருடன் இருந்தன. இதே மகரந்தத்தை நிழலில் அறை வெப்ப நிலையான 30° C வைத்தபொழுது 30 மணி நேரம் உயிருடன் இருந்தன; இவற்றை 4·5° C என்ற குறைந்த வெப்ப நிலையிலும் 90 சதவீத ஈரப்பதனத்திலும் வைத்தபொழுது 8 முதல் 9 நாள்கள் வரை மகரந்தம் உயிருடன் வாழ்ந்திருந்தன என ஜோன்ஸ் என்பவரும், நிவெல் என்பவரும் (Jones and Newell, 1948) கண்டுபிடித்தார்கள்.

மேற்கூறிய தகவல்களிலிருந்து மகரந்தச் சேமிப்பில் (storage of pollengrains) முக்கியமான காரணி முதலில் வெப்பநிலை, பின்பு ஈரப்பதனம் என்று அறிகிறோம். ஒளியைப் பொறுத்தவரையில் குறைந்த ஒளி அல்லது இருள் மகரந்தத்தைப் பல நாள்கள் வரை உயிருடன் இருக்கச் செய்யும்.

(b) மகரந்தத்தை உயிருடன் இருக்கச் செய்வதுடன் சூலக முடியின் எளிதில் ஏற்கும் தன்மையும் (receptivity of the stigma) முக்கியமானது. ஆனால், சூலகமுடியின் ஏற்கும் தன்மையினை நம் விருப்பத்திற்கேற்றவாறு மாற்றி அமைத்துக்கொள்ளுவது சாத்தியமல்ல. பல தாவரப்பூச்சிகளில் சூலகமுடியின் ஏற்கும் காலம் மிகவும் குறைந்த அளவுள்ளதாகவே இருக்கிறது. அதனால் இக்கால அளவிற்குள்ளாக மகரந்தம் வந்து சேர்ந்தால் முளைக்கும்.

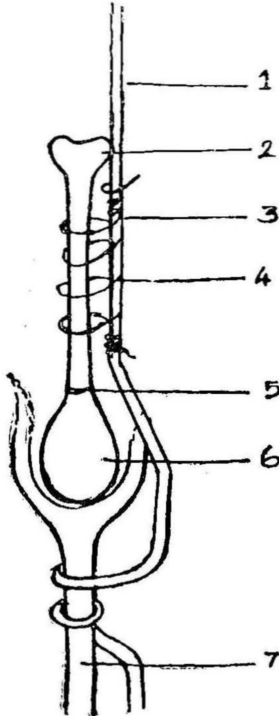
இக் காலக்கெடுவிற்குள் மகரந்தம் வந்து சூலகமுடியினைச் சேராமல், அதற்குப் பிறகு வந்து சேரும் மகரந்தம் நன்றாக முளைப்பதில்லை ; அல்லது மிகவும் மெதுவாக முளைக்கின்றன. மகரந்தம் முளைத்தாலும் மகரந்தக்குழாய் சூல்களை அடைவதற்குள் வாடி விடும்.

சூலகமுடியின் ஏற்கும் தன்மையினை அதிகரிப்பதில் அதிக சிரமங்கள் உள்ளன ; இதனால் பல உப விளைவுகள் (side effects) விளைகின்றன. உதாரணமாக, வெப்பநிலையைக் குறைக்கும்போது, சூலகமுடியின் ஏற்கும் தன்மையின் காலத்தினை நீட்டித்தாலும், மகரந்தக்குழாய் வளர்ச்சியை அது கட்டுப்படுத்தி விடுவதனால் ஒரே மாதிரியான விளைவினை ஏற்படுத்துகிறது. இதனால் மகரந்தக் குழாய் போதிய அளவு நீளம் வளராமல் சூலினை அடைய முடியாமற்போய்விடுகிறது. அவை சூலகத்தண்டில் வளர்வதற்கேற்ற ஊடகம் அமைவதில்லை.

கலவிகள் நிகழ்த்தும்பொழுது மேலே கண்ட விதமான இடையூறுகள் நேரும்பொழுது பரிமாற்றமான கலவி (raciprocal cross) செய்வது நலம். சூலகத்தண்டினை வெட்டி அதன் நீளத்தைக் குறைப்பது இதற்கு மாற்றுவழியாகும். ஸியா (zea) என்ற செடிக்கும் டிரிப்சாகம் (tripsacum) என்ற செடிக்கும் கலவி நிகழ்த்தும்பொழுது, டிரிப்சாகம் பூவின் மகரந்தக்குழாயின் நீளத்திற்குத் தகுந்த விதமான அளவில் ஸியா பூவின் நீளத்தைக் குறைத்து 'இருபேரினக் கலவியை' (Intergeneric cross) வெற்றிகரமாக மாங்க்ல்ஸ்டார்ஃப் என்பவரும், ரீவ்ஸ் என்பவரும் (Manglesdorf and Reeves, 1931) செய்து காட்டினர். சூலகத்தண்டிலிருந்து வெட்டிய பகுதி சூலகமுடியைப்போல் மகரந்தம் வளர்வதற்கேற்றதாக இராது. ஆகையினால் சூலகத்தண்டின் இடைப் பகுதியை வெட்டி, இரண்டையும் இணைத்துக் கலவியினை வெற்றிகரமாகச் செய்யலாம் என புக்கோல்ஸ் (Buchholz), டோக் (Doak), பிளாக்ஸ்லீ (Blackslee, 1932) என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். படங்கள் இது 'புக்கோல்ஸ் முறை' என்று அழைக்கப்படும். இம் முறையில் ஊமத்தம்பூவின் (Datura) முதிர்ந்த மொட்டிலிருந்து சூலகத்தண்டினை வெட்டி, அதன் நீளத்தைக் குறைத்து மீண்டும் அதே இடத்தில் ஒரு புல்குழாயினை (straw tube) வைத்தால், இதன் மூலம் மகரந்தம் முளைக்கும் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

பெடுனியா வயோலேசியா (Petunia violacea) என்ற பூவின் சூலகத்தண்டினை வெட்டியெடுத்து, மற்றொரு பூவின் சூலகத்தண்டுடன் வைத்து, இரண்டும் விழாமலிருக்க மெல்லிய இரும்புக் கம்பியினால் இணைத்துக் கட்டினால், ஒட்ட வைத்த சூலகத்தண்டு

இயல்பான வளர்ச்சியைப் பெறுகிறது என்று யாசுடா (Yasuda) என்ற ஜப்பானிய அறிஞர் கண்டு பிடித்தார்.



படம் 24. சோதனை முறையில் சூலகத்தண்டினை ஒட்ட வைக்கும் முறை
1. தாங்கும் கம்பி
2. சூலகமுடி
3. நூல்
4. சூலகத்தண்டு
5. சூல்பையையும், சூலகத் தண்டையும் இணைக்கும் ஜிலேடின்
6. சூல்பை
7. பூக்காம்பு

மகரந்தக்குழாய் மிகவும் மெதுவாகச் சூலகத்தண்டில் வளர்வதைத் தடுக்க, விலங்குகளில் செயற்கை முறைப்படி விந்துவைக் கருவுறச் செய்தலைப்போலப் (artificial insemination) பூக்களிலும் நேரிடையாக மகரந்தங்களைச் சூல்பையினுள் செலுத்த முயற்சி செய்யப்பட்டது. கோடோனுப்ஸிஸ் ஒவேடா (codonopsis ovata) என்னும் பூவில் நேரிடையாக மகரந்தத்தைச் சூல்பையினுள் நுழைத்து வெற்றிகரமான கருவுறுதலைத் தஹ்ல்கிரென் (Dahlgren, 1926) என்பவர் நிகழ்த்திக் காட்டினார். இதே முறையில் பேயோனியா (paeonia) என்ற பூவில் கருவுறுதலை பேஸியோ (Basio, 1940) என்பவர் செய்து காட்டினார். ஹெல்லிபோரஸ் (Helleborus) என்னும் பூவில் இம் முறை செயற்கையில் கருவுறுதலைச் செய்ய முடியாமற் போயிற்று. இப் பூவில் மகரந்தக் குழாய் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய சர்க்கரை ஊடகச் செறிவும் (concentration of sugar medium) தகுந்த அளவினதான PH மதிப்பும் (PH-value) இல்லாமற்போனதனால் செயற்கை முறையில் கருவுறுதல் நிகழ்த்துவது சாத்தியம் ஆகாமல் போயிற்று என்று கருதப்படுகிறது.

3 இண்டோல் அஸெடிக் அமிலம் (3 indole acetic acid), 3 இண்டோல் பியூட்ரிக் அமிலம் (3 indole butyric acid) ஆகியவற்றில் ஏதோ ஒன்றினை, ஒன்றில் பத்து இலட்சம் என்ற விகிதத்தில் (1:10,00,000 ratio) கலந்த, இக் கலவையை மகரந்தத்திலோ, சூலகமுடியிலோ பூசினால் மகரந்தத்தைத் தூண்டி, அதிக வளர்ச்சியுறச்செய்து, மகரந்தக்குழாய் நீட்சி

வீதத்தை அதிகரிக்கும் என்று பி. எஃப். ஸ்மித் (P. F. Smith) என்பவர் 1942ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார்.

வைடமின்கள் (vitamins), தாவர ஹார்மோன்கள் (plant harmones), பைரிடீன்கள் (pyridines), பியூரைன்கள் (purines) ஆகிய பொருள்கள் மேலே கூறிய வேதிப்பொருள்களைப் போன்ற விளைவுகளை மகரந்தங்களில் தோற்றுவிக்க வல்லன என்று அட்டிகாட் (Addicott, 1943) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

மகரந்தம் முளைப்பதும், மகரந்தக்குழாய் வளர்வதும் தொடர்புடைய செயல்களாக இருக்க வேண்டியதில்லை என்றும், ஒன்றினை மற்றொன்றின் தொடர்பின்றிச் செயற்கைமுறையில் தூண்டி வளரச்செய்ய முடியும் என்றும் அட்டிகாட் கருதினர். உதாரணமாக, இன்ஸிடால் (insitol) என்னும் வேதிப்பொருள், மில்லா (milla) என்னும் பூவில் மகரந்தக்குழாய் வளர்ச்சியைப் பாதிக்காமல், மகரந்தம் முளைப்பதில் 90 சத வீதம் அதிகரிக்கச் செய்கிறது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. குவானின் (Guanine) என்ற வேதிப்பொருள், இந்த பூவில் மகரந்தம் முளைப்பதை 157 சத வீதம் அதிகரிக்கச் செய்கிறது. பாரமைனோ பென்ஸாயிக் அமிலமும் (paramino benzoic acid), அஸீனஃபீன் (acenaphene) என்ற பொருள்களும் மேலே கண்ட விதமான விளைவுகளை உண்டாக்குகின்றன.

பெடூனியா (Petunia), டேஜிடஸ் (Tagetus), டிரைஃபோலியம் ரிபென்ஸ் (Trifolium repens), பிரேஸிகா ஒலிரேஸியா (Brassica oleracea) போன்ற பூக்களில் ஆல்ஃபா நாப்தலின் அஸிடமைடு (α naphthalene acetamide) என்ற திரவத்தைத் திவலைகளாகத் தெளித்தபொழுது (spray) அவற்றில் காணும் தன்-பொருந்தாத் தன்மையினை (self-incompatiblity) நீக்கலாம் என ஈஸ்டெர் (Eyster, 1941) கண்டுபிடித்தார்.

மகரந்தக்குழாய்கள் சூலகத்தண்டில் வளர்வதைக் குறைக்கவோ, நிறுத்தவோ சூலகம் சுரக்கும் பொருளினை மேற்கண்ட வேதிப்பொருள்கள் பயனற்றுப் போகும்படி செய்து விடுகின்றன. புருனஸ் அவியம் (Prunus avium) என்ற செர்ரிப் பூவில் மேற்கண்ட வேதிப்பொருள்களைப் பயன்படுத்தியதில் சூலகத்தண்டு முன் உதிர்வதைத் தடுக்க இயலும் என்று லூயிஸ் (Lewis, 1942) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்; இம் முறையில் 'ஈரின வளமிலாக் கலவியையும்' (inter-specific sterelity) தடுக்க முடியும் என்றும் கூறுகிறார்.

குரோமோசோம்களின் (chromosomes) எண்ணிக்கையை மாற்றிப் பூக்களின் பொருந்தாத் தன்மையினை நீக்கலாம் என்று

ஸ்டௌட் என்பவரும், சாண்ட்லர் என்பவரும் (Stout and Chandler) கண்டுபிடித்தனர். உதாரணமாக, பெடூனியா ஆக்ஸில்லாரிஸ் (Petunia axillaris) என்ற பூ, தன்மகரந்தச்சேர்க்கையினால் கனியைக் கொடுப்பதில்லை. இச் செடியில் உள்ள சில கிளைகளின் குரோமோசோம் எண்ணிக்கையினைக் கால்ச்சிஸினைப் (colchicine) பயன்படுத்தி நான்கு மயமாக்க (tetraploid - 4x) வேண்டும். இவ்விதமாக நான்கு மயமாக்கிய கிளையில் உள்ள பூவில் தன்மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழ்த்தினால் கனிகள் உண்டாகின்றன.

பிளாக்ஸ்லி (Blackslee, 1929, 1945), சாடினா (Satina, 1944) என்பவர்கள் ஊமத்தைப்பூவினை ஆராய்ந்து கீழ்க்காணும் முடிவிற்கு வந்தார்கள்:

ஊமத்தையில் இருமயச் செடியில் (2x) உள்ள மகரந்தத்தை நான்குமயச்செடியின் (tetraploid plant) சூலக முடியில் வைத்த பொழுது, கருவுறுதல் நிகழ்ந்து விதைகள் உண்டாயின. ஆனால், நான்குமயச் செடியின் (4x) மகரந்தத்தை இருமயச் செடியின் (2x) சூலகமுடியில் வைத்தபொழுது, விதையுண்டாவது அரிதாக இருந்தது. இருமயச் சூலகத்தண்டில் 4 மய மகரந்தக்குழாய்கள் வெடித்து விட்டதால், சூல்பையினை அடைய முடியவில்லை. இவ்விதமான இருமயச் சூலகத்தண்டில் கால்ச்சிஸின் என்ற வேதிப் பொருள்களைத் தூவினால், அதன் புறத்தோல் செல்கள் (epidermal cells) நான்கு மயமாகி விடும். இப்பொழுது நான்கு மயமான மகரந்தக்குழாய் வெடிக்காமல் நன்றாக வளர்ந்து சென்று கருவுறுதலை நிகழ்த்தி, விதையை உண்டாக்குகிறது.

மகரந்தக்குழாய் வளர்ந்து சூல்பையினையும் சூலினையும் அடைந்தாலும், சில விளங்காத காரணங்களால் கருவுறுதல் நிகழ்வதில்லை. உதாரணமாக, ரைப்ஸ் நைக்ரம் (Ribes nigrum) என்ற பூவில் தன் மகரந்தச்சேர்க்கை நிகழ்த்தியபொழுது, மகரந்தக்குழாய் சூலினை அடைந்தாலும், ஆண்பெண் கேமிடிக் நியூக்ளியஸ்கள் இணையாததனால் விதைகள் உண்டாவதில்லை.

கரு வளர்ப்பு (Embryo Culture): கருவுறுதலின்போது ஏற்படும் தடைகளையும், அவற்றை எவ்வாறு நீக்குவது என்பதனையும் கண்டோம். கருவுறுதல் வெற்றிகரமாக நடைபெற்ற பின்னரும், சில பூக்களில் கருவளர்ச்சி தடைப்பட்டு நல்ல முளைக்கும் தன்மையையுடைய விதைகளைக் கொடுப்பதில்லை. இதற்குச் சூல்களிலிருந்து கருவைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்து, அதைச் செயற்கை ஊடகத்தில் (artificial medium) வளரச் செய்ய வேண்டும். இம் முறைக்குக் கரு-

வளர்ப்பு என்று பெயர். இவ்விதமான கருவளர்ப்பு முறையில் கருவினை ஹானிங் (Hanning, 1904) என்பவர் வெற்றிகரமாக வளரச் செய்தார். இதற்காக அவர் சர்க்கரை, கனிம உப்புகள் (mineral salts), தாவர வடிசாட்டிப்பொருள்கள் (decoctions), அமினோ அமிலங்கள் (amino-acids), ஜிலேடின் (gelatin) முதலான பொருள்களை ஊட்ட ஊடகங்களாகப் (nutrient media) பயன் படுத்தினர்; ரஃபானஸ் (raphanus), காக்லியேரியா (cochlearia) போன்ற விதைகளில் 1·2 மில்லிமீட்டர் நீளமாக இருந்த கருக்களை அவற்றின் விதைகளிலிருந்து தனித்தெடுத்துப் புதிய செடிகளாக முளைக்கச் செய்தார். ஸ்டிங்ல் (stingl, 1907) என்பவர் பெருந்தானியங்களிலிருந்து (cereals) கருக்களைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்து, அவற்றை அதே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மற்றப் பேரினங்களில் உள்ள விதைகளில் காணப்படும் எண்டோஸ்பெர்மிற்கு மாற்றி அவற்றில் முளைக்கச் செய்தார். டியட்ரிச் (Dietrich, 1924) என்பவர் 'நாப் வளர் கரைசலில் (Knop's Culture Solution) 2·5 முதல் 5 சதவீதம் வரையில் சர்க்கரையையும், 1·5 சதவீதம் அகாரையும் (agar) சேர்த்த ஊட்டக்கரைசல் கருவின் இயல்பான வளர்ச்சிக்கு உதவுகிறது எனக் கண்டார். இங்ஙனம் ஊட்டக்கரைசலில் வளர்க்கப்பட்ட கரு, தான் வளரும்போது ஏற்படும் சில வளர் நிலைகளைக் கடந்து வரிசையாக வளர்ந்து செல்லாமல் நேரிடையாக முதிர்ந்த கருவாக மாறி விடுகிறது.

லைபாக் (Laiback, 1925, 1929) என்பவர் கருவளர்ப்பு முறையினைப் பொருளாதாரப் பயன்தரும் வகையில் உபயோகப் படுத்தினர். இவர் லைனம் பெரின்னி (linum perenne) என்ற செடிக்கும், லைனம் ஆஸ்டிரியாகம் (linum austriacum) என்ற செடிக்கும் ஈரினக்கலவி (inter-specific cross) செய்தபொழுது, அவற்றின் கனிகள் இயல்பான அளவுள்ளவையாகவே இருந்தன. ஆனால், கனிகளுக்குள்ளிருந்த விதைகள் சுருங்கி, இயல்பான அளவில் பாதியே இருந்தன. கருக்களைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்து ஈரமான மை ஒற்றும் தாளில் (blotting paper) வைத்தபொழுது, கருக்கள் இயல்பான வளர்ச்சியையும் உருவத்தையும் பெற்றன. லைபாக்கின் வெற்றிகரமான சோதனைகளைத் தொடர்ந்து மற்றும் பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் அவரது முறையைக் கையாண்டு வெற்றி கண்டார்கள். செர்ரி, பிளம் (prunus domestica), பீச் (prunus persica) போன்ற தாவரங்களின் விதைகளில் இம் முறையில் கருக்களைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்து வளர்த்து வெற்றி கண்டனர். இவற்றில் முதலில் கனியாகும் தாவரங்களைப் பெண் பெற்றோர்களாகக் (female parents) கொண்டால், கருக்களின் வளர்ச்சி குன்றி விதைகள் முளைப்பதில்லை. கருக்களை விதைகளிலிருந்து எடுத்துச் செயற்கை முறையில்

வளர்த்துப் புதிய தாவரங்களை உண்டாக்குவதில் டர்கி (Turkey, 1944) வெற்றி கண்டார். இக் கனிகளில் காணப்படும் கெட்டியான கனி உள்தோல் (endocarp), சூலுறை (integument), சூல்திசு, எண்டோஸ்பெர்ம் இவற்றைக் கவனமாகப் பிளந்து, அதற்குள்ளிருக்கும் கருவினை எடுத்து ஊட்ட அகாருடைய கண்ணாடிக் குப்பிகளில் (glass bottles) போட வேண்டும். கரு வளர்ந்து நாற்றுரும்போது (seedling) அதை ஊட்டக்கரைசல் ஊற்றிய மணலில் வளர்த்துப் பிறகு தோட்டத்தில் பயிரிடலாம். இதே விதமான செயல்முறையைப் பின்பற்றி ஐரிஸ் (Iris) என்ற தாவரத்தின் கருக்களையும் பிரித்தெடுத்துத் தனிச் செடிகளாக வளர்க்கலாம்.

ஹார்டியம் ஜுபேடம் (Hordeum jubatum), சிகேல் சிரியேல் (Secale cerale) ஆகியவற்றில் இரு பேரினக்கலவை (intergeneric cross) நிகழ்த்தும்போது, மாலை 4 மணி ஆகும்போது கருவுறுதல் நிகழ்கிறது; ஆனால், கலப்புயிரி விதைகள் நன்றாக வளர்ச்சியடையாமல் முளைப்பதில்லை.

பிரிங்க் (Brink), கூப்பர் (Cooper), ஆஷர்மேன் (Asherman, 1944) ஆகியவர்கள் 9 முதல் 12 நாள்கள் வளர்ச்சியடைந்த விதைகளிலிருந்து கலப்புயிரிக் கருக்களை (hybrid embryos) தனியாகப் பிரித்தெடுத்து, செயற்கை வளர்கரைசலில் வளர்த்தார்கள். இக் கருக்களில் ஒன்று நன்றாக முளைத்து, வளர்ந்து மஞ்சரியைக் கொடுத்தது. இதிலிருந்து இரு பேரினக்கலவைகளின் இறத்தலுக்குரிய காரணத்தை ஆராய்ந்து நிவர்த்தி செய்தால், அவற்றின் கருக்கள் நன்றாக வளரும் என்று நிரூபித்தார்கள்.

மேற்கண்டவிதமாகச் செயற்கை வளர்ப்பு முறையில் பல தாவரங்களின் கலப்புயிரிகளைப் பெற்றார்கள். சோலேனம் நைக்ரம் (Solanum nigrum) × சோலேனம் லூடியம் (Solanum luteum) என்ற தாவரங்களின் கலப்புயிரியை ஜார்ஜென்சன் (Jorgensen) செயற்கைக் கரு வளர்ப்பின்மூலம் பெற்றார். காஸ்ஸிபியம் ஹிர்சுடம் (Gossypium hirsutum) × காஸ்ஸிபியம் ஹெர்பேசியம் (Gossypium herbaceum) ஆகியவற்றின் கலப்புயிரியை பீஸ்லி (Beasly, 1940) என்பவரும், ஸ்மித் (Smith, 1944) என்பவரும் லைகோபெர்சிகம் எஸ்குலென்டம் (Lycopersicum esculentum) × லைகோபோடியம் பெருவியானம் (Lycodium peruvianum) ஆகியவற்றின் கலப்புயிரிகளையும் தனிக் கரு வளர்ப் பின்மூலம் அடைந்தார்கள்.

கருக்களைச் செயற்கை முறையில் வளர்க்கும் வளர்ப்புக் கரைசல்கள் பாக்டீரியா, பூஞ்சை போன்ற நுண்ணுயிரிகள் வளருவ

தற்கும் இடம் கொடுக்கின்றன. இதனால் கருவினை எடுக்கப் பயன் படுத்தும் இடுக்கி (forceps) முதலியவற்றை 70 சத வீத ஆல்கஹா லில் (70% alcohol) தோய்த்துச் சூடாக்கியபின் பயன்படுத்த வேண்டும். வளர்ப்புக் கரைசலை வைத்துள்ள அறையின் சுவர்கள், மேசைகளின்மீது 1 சதவீதம் கார்பாலிக் அமிலக் (1% carbolic acid) கரைசலைத் தெளிக்க வேண்டும். கருக்களை வளர்க்க அனங்கக ஊடகத்தைத் (inorganic medium) தவிர, சர்க்கரை, ஈஸ்ட் சாரம் (yeast extract), ஃபைப்பிரின் (fibrin), இண்டோல் அஸெடிக் அமிலம் (indole acetic acid) போன்றவை தேவைப்படுகின்றன என்று லா ரூ (La Rue, 1936) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

ஊமத்தையின் கருவினை (Datura stramonium) இளநீரில் வளர்க்கலாம் என்று வான் ஓவர்பீக் (Van Overbeek, 1942) கண் டார். பிளாக்ஸ்லீ, சாடின் (1944) என்பவர்கள் மால்ட் சாரத்தில் (malt extract) கருவினை வளர்க்க முடியும் என்று கண்டுபிடித் தார்கள். கருவின் பல வளர்ச்சி நிலைகளுக்கும் பலவிதமான ஊட்டப் பொருள்களும், PH மதிப்பும் தேவைப்படுகின்றன என்று சாண்டர்ஸ் (Saunders, 1948) கண்டுபிடித்தார்.

தூண்டப்பட்ட பார்த்தினோஜெனிஸிஸ் (Induced Partheno genesis): இயல்பான கருவுறுதல் முறையில் ஆண்கேமீட் பெண் கேமீட்டுடன் இணையும்போது ஒரு தொகுதி ஜீன்களைத் தருவ துடன், புதிய உயிரினம் உண்டாக்குவதற்குரிய தூண்டுதலையும் (stimulus) தருகிறது. ஜீன்களில்லாமல் தூண்டப்பட்ட பார்த் தினோஜெனிஸிஸின் வெறும் தூண்டுதல் மட்டும் அளித்தால், தற் கருவுறுதல் முறையினால் சிரமப்பட்டுக் கிடைக்கும் ஹோமோ ஸைகஸ் (homozygous) இனங்களை எளிதில் உண்டாக்க இயலும்.

ஒரு மயமுடைய (haploid) ஊமத்தை இனங்களை பிளாக்ஸ்லி உண்டாக்கியதைத் தொடர்ந்த, வேறு பல இயற்பியல் வேதிச் செயல்களின்மூலம் ஒருமயத் தன்மையினை அடையப் பலர் பல வழிகளிலும் முயற்சி செய்தனர். அவற்றில்சில முறைகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன:

1. அதிகமான அல்லது குறைந்த வெப்ப நிலையில் மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழ்ந்தவுடனே தாவரங்களை ஈடுபடுத்துவது.
2. X-கதிர்கள் (X-rays) பாய்ச்சிய மகரந்தத்தைச் சூலக முடியில் சேர்ப்பது.
3. அயல் மகரந்தம் அல்லது தாமதித்த மகரந்தச்சேர்க்கை யுறச் செய்தல்.
4. வேதிப் பொருள்களைச் சேர்த்தல்.

சீகேல் சிரியேல் பயிரில் குறைந்த வெப்ப நிலையில் (3°C) மஞ்சரியை ஈடுபடுத்தி, முன்ட்ஸிங் (Muntzing, 1937) என்பவர் ஒரு மயத்தாவரத்தை (haploid plants) உண்டுபண்ணினர். நார்டென்ஸ்கியோல்டு (Nordenskiold) என்பவர் அதிக வெப்ப நிலையில் (41, 42°C) மஞ்சரியினை ஈடுபடுத்தி ஒருமயத் தாவரத்தை உண்டுபண்ணினர்.

டிரைடிகம் மானேகாக்கம் (Triticum monococcum) பயிரில் உள்ள ஸ்பைக் மஞ்சரிகளைக் (Spike inflorescence) குன்றல் பகுப்பின் போது (Reduction division) X-கதிர் வீச்சுக்களினால் (X-ray radia. tion) ஈடுபடுத்தி மூன்று ஒரு மயத்தாவரங்களை கிஹாரா (Kihara), காடயாமா (Katayama) என்பவர்கள் உண்டாக்கினர்கள். காடயாமா என்பவர் சூலக முடிகளில் X-கதிர்கள் பாய்ச்சிய மகரந்தங்களினால் மகரந்தச்சேர்க்கையுறச் செய்து உண்டாக்கிய 91 நாற்றுகளில் 16 ஒருமய நாற்றுகள் இருப்பதைக் கண்டார். பொதுவாக, ·5 சதவீதமே ஒருமயத் தாவரங்கள் உள்ள பயிரில் X-கதிர் பாய்ச்சிய மகரந்தங்களினால் மகரந்தச்சேர்க்கையுறச் செய்து ஒருமயப் பயிர்களை 13·66 சத வீதம் அதிகரிக்கும்படி கிஹாரா செய்தார்.

அயல் மகரந்தச்சேர்க்கையினால் ஒருமயத் தாவரங்களை ஜோர்ஜென்சன் சோலேனம் நைக்ரத்தில் உண்டாக்கினர். இந்த முறையைக் கடைபிடித்து, பிராஸ்ஸிகாவில் (Brassica) நாகூச்சி (Naguchi, 1929) என்பவரும், ஒனேதிராவில் (Oenothera) கேட்ஸ், கூட்வின் என்பவர்களும் (Gates and Goodwin, 1920), டிரைடிகம் (Triticum) பயிரில் நகாஜிமா (Nakajima) என்பவரும் உண்டாக்கினர்கள்.

டிரைடிகம் மானேகாக்கம் பயிரில் மகரந்தச்சேர்க்கைக் காலத்தைத் தாமதப்படுத்துவதால், ஒருமயப் பயிர்களின் எண்ணிக்கையை அதிகரிக்க முடியும் எனக் கிஹாரா (1940) கண்டுபிடித்தார். பெடூனியா வயலோசியாப் பூவில் பெல்விடான் (belviton) என்ற நீர்மக் கரைசலை (acqueous solution) ஊசியின் மூலம்செலுத்தியபொழுது, கருச்செல்கள் பகுப்படைந்து, முதிர்ந்த செல்களில் செல்சுவர் வளர்ச்சி அடைகிறது.

வேற்றிடக் கருக்களை உண்டாக்குவது (Production of Adventive Embryos): சூலுறை, சூல்திசு ஆகியவற்றிலிருந்து உண்டாகும் கருக்கள் அவற்றைக் கொண்டுள்ள தாவரங்களின் குரோமோசோம் எண்ணிக்கையையும் பண்புகளையும் கொண்டிருப்பதால், இவ் வகையான கருக்கள் கனிமரங்களில் (Orchard trees) மிகவும் பயன்

படுகின்றன. உதாரணமாக, எலுமிச்சை, ஆரஞ்சு போன்ற வற்றில் ஒரே மாதிரியான அளவும் சுவையும் பெற்ற கனிகளை உண்டாக்குவது பொருளாதார ரீதியில் சிறந்த பலனைக்கொடுக்கும். மாங்கனியில் வேற்றிடக் கருக்கள் உள்ள கனிகளை ஒட்டு முறையில் பயிராக்குவதுபோலச் சிரமமின்றிப் பயிராக்கித்தாய்த்தாவரத்தின் பண்புகள் யாவற்றையும் சேய்த்தாவரத்திலும் (daughter plant) இருக்கும்படி செய்யலாம்.

இயற்கையாகத் தோன்றும் வேற்றிடக் கருக்களை உண்டாவ தற்குரிய கருத்தோற்றுவிச் செல்களைச் சுற்றியுள்ள செல்கள் சிதைந்து விடுகின்றன. இச் செல்கள் ஒரு வகையான ஹார் மோனைச் சுரப்பதாகவும், அது செல் பகுப்பிற்குப் பயன்படுகின்ற தெனவும் ஹாபெர்லாண்ட் (Haberland) கண்டார். இதற்கு 'நெக்ரோ ஹார்மோன் கொள்கை' (Necro Harmone Theory) என்று பெயர். சூல்களைக் கூர்மையான ஊசியினால் குத்தியோ, சூல்பையைச் சிறிது கசக்கியோ (squeeze) இச் செல்களைச் சிதைத்த தினால், சூல்திசுவிலிருந்து இரு கருக்கள் உண்டாவதைக் கண்டார். இதே முறையைப் பயன்படுத்தி, ஹெடிமேன் (Hedemann, 1931) என்பவர் மிராபிலிஸ் யூனிஃபுளோராப் (Mirablis uniflora) பூவில் இருசெல்களுடைய கருவினையும், தனித்தனியான நியூக்ளியஸ் களுடைய எண்டோஸ்பெர்மையும் உண்டாக்கினார்.

வேற்றிடக் கருக்களை உண்டாக்குவதில் ஃபாகெர்லாண்ட் (Fagerland) மூன்று விதமான பரிசோதனைகளைச் செய்தார் :

முதல் சோதனையில் சில பூக்களின் சூலகமுடிகளில் அதிக அள விலான மகரந்தங்களையும், சில சூலகமுடிகளில் குறைந்த அளவி லான மகரந்தங்களையும் சேர்த்து, மகரந்தச்சேர்க்கையை உண்டு பண்ணினார். அதிக அளவிலான மகரந்தங்களைச் சேர்ந்த சூலக முடிகள் உடனே இயல்பான விதைகளைத் தந்தன. அவற்றின் சூல் திசுவிலிருந்து கருக்கள் தோன்றின. குறைந்த அளவு மகரந்தங்கள் சேர்ந்த சூலகங்களில் சில சூல்கள் பெரியவையாகவும், மற்றுஞ்சில மிகவும் சிறியவையாகவும் இருந்தன. பெரிய சூல்களில் மகரந்தக் குழாயின் பகுதிகளும், நன்றாக வளர்ச்சி பெற்ற எண்டோஸ் பெர்மும் பலவிதமான வளர்ச்சி நிலையில் உள்ள, வளரக்கூடிய, வேற்றிடக் கருக்களும் காணப்பட்டன. சிறிய சூல்களில் மகரந்தக் குழாயோ, எண்டோஸ்பெர்மோ காணப்படுவதில்லை. வேற்றிடக் கருக்கள் தோன்றுவதற்கு ஆரம்ப நிலையாகச் சூல்திசுச் செல்களில் அதிக அளவிலான புரோடோபிளாசம் காணப்பட்டது. இவ் விதமாக மகரந்தச்சேர்க்கையுறாத சூல்கள் சுருங்கி, அவற்றின் திசுக்கள் வறண்டு, கருப்பைகள் சிதைந்து காணப்பட்டன.

இரண்டாவது பரிசோதனையில் ஃபாகெர்லாண்ட், லிலியம், கால்டோனியா (Galtonia), கல்வாழை (Canna) போன்ற தாவரப் பூக்களின் சூலக முடிகளில் வேறொரு பேரினத்தின் மகரந்தத்தைச் சேர்த்தபொழுது சூலகமுடிகள் யாவும் மகரந்தச்சேர்க்கை யுறாத சூலகங்களைப் போல் வாடி விட்டன.

மூன்றாவது பரிசோதனையில் ஃபாகெர்லாண்ட், லனோலினில் (lanolin) 1 சதவீதம் ஹிடெரோ ஆக்ஸினைக் (hetero-auxin) கலந்து, சூலகமுடியில் சேர்த்து மூன்று வாரங்களுக்குப் பிறகும் சூலகங்கள் பூக்களுடன் ஒட்டியிருப்பதைக் கண்டார். ஹிடெரோ-ஆக்ஸின் தடவாத சூலக முடிகள் 4 அல்லது 5 நாள்களில் உதிர்ந்து விட்டன.

மேற்கூறிய பரிசோதனைகளிலிருந்து வளர்ச்சி ஹார்மோன்களைப் பயன்படுத்தி வேற்றிடக் கருக்களை உண்டாக்க இயலும் என்றும், ஆனால் கருக்களைச் சுற்றியுள்ள எண்டோஸ்பெர்மினை உண்டாக்குவது சிரமம் என்றும் அறிகிறோம்.

ஸிட்ரஸ் (citrus) தாவரத்தில் ஸைகோட்டிலிருந்து உண்டான கருக்களுடன் சூல்திசுவிலிருந்து பல வேற்றிடக் கருக்களும் உண்டாகி, இதனால் எல்லாக் கருக்களிலிருந்து உண்டாகும் நாற்றுகளும், பாலிலிப் பண்புடையனவாக இருக்கின்றன. ஸைகோடிக் கருக்களையோ, சூல்திசுக் கருக்களையோ நீக்கிவிடுவது பயிர் வளர்ப்போருக்கு நன்மை பயக்கும்.

தூண்டப்பட்ட பார்த்தினோகார்பி : (Induced Parthenocarpy) உலகில் உள்ள முக்கியமான கனிகளில் பெரும்பாலானவை விதைகளற்றவை; அல்லது குறை வளர்ச்சியுடைய விதைகளுடையன்வை. (உ. ம்.) வாழை, திராட்சை, பைன் ஆப்பிள். இவற்றில் பெரும்பாலானவை ஜீன் சடுதிமாற்றத்தினாலும் (gene mutation) சில கலப்புயிரிப்பயிர் முறையினாலும் உண்டாகியிருக்கலாம்.

விதையுள்ள கனிகளைக் கொடுக்கும் பூக்களில் மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழாதவண்ணம் பார்த்துக்கொண்டு, சூலகத்தின்மேல் சில வேதிப் பொருள்களைச் சேர்ப்பதனால் விதையிலாக் கனிகளை உண்டாக்கலாம் என்று கண்டுபிடித்துள்ளனர். லைகோபோடியத்தின் ஸ்போர்களை வெள்ளரிப் பூக்களின் சூலகமுடியில் சேர்த்து, வெள்ளரிப் பழங்களில் விதையில்லா வகைகளை கேர்ட்னெர் (Gaertner, 1849) உண்டாக்கினர். திராட்சைப் பூக்களின் சூலக முடிகளில் எம்பிலாப்ஸிஸ் ஹிடெரேஸியா (Empelopsis heteracea) என்ற தாவரத்தின் மகரந்தத்தைச் சேர்த்து விதையிலாக் கனிகளை மில்லார்டெட் (Millardet, 1901) என்பவர் உண்டாக்கினர்.

ஓர் ஆர்க்கிட் செடியின் சூலகமுடியில் இறந்த மகரந்தத்தை வைத்தபொழுது, சூல்பை சிறிது பெரிதாக ஆவதை மஸ்ஸார்ட் (Massart) கண்டார். ஃபிட்டிங் (Fitting, 1909), லேபாக் (1932) போன்றவர்கள் செய்த சோதனைகளிலிருந்து சூல்பையின் வளர்ச்சிக்கு மகரந்தம் கருவுறுதலைத் தவிர, மற்றும் ஏதோவொரு வகையில் உதவுகிறது எனக் கண்டார்கள். கருவுறுதல் இல்லாமல் மகரந்தச்சேர்க்கைக்கும், கனி வளர்ச்சிக்கும் உள்ள தொடர்பினை யாசுடா (1930 முதல் 1939 வரை) விளக்கினார். இவர் சோலனேசி, குகர்பிடேசிக் (cucurbitaceae) குடும்பங்களில் சோதனைகள் செய்து கீழ்க்காணும் முடிவுகளைக் கண்டார்:

1. மகரந்தத்தாள்களை நீக்கிய பூக்களின் சூலக முடிகளில் அதே பூக்களின் மகரந்தம் பல வளர்நிலைகளில் சேர்த்தபொழுது முதிர்ந்த வளர்ச்சியுடன்கூடிய மகரந்தம் சேர்ந்த சூலகங்கள் வளர்ந்து இயல்பான கனிகளைக் கொடுத்தன. ஆனால் முதிராத, அல்லது அதிகம் முதிர்ந்த மகரந்தங்கள் விதையிலாக் கனிகளை உண்டாக்குகின்றன.

2. ஒரு பூவின் சூலகத்தில் மற்றொரு பூவின் மகரந்தத்தைச் சேர்த்தபொழுது, விதையிலாக் கனிகளையோ அல்லது குறை வளர்ச்சியுடைய விதைகளை உடைய கனிகளையோ உண்டாக்கின.

3. மகரந்தச் சேர்க்கைக்குப் பின் கத்திரிப் பூவின் சூலகத் தண்டினை வெட்டியெடுத்து, மகரந்தம் சேர்க்கப்பட்டது. இது தாமதித்துச் செய்யப்பட்டால் முளைக்கும் ஆற்றலுடைய விதைகளையுடைய கனிகள் உண்டாகும். மகரந்தக்குழாய் சூலகத் தண்டின் அடிப்பகுதிவரை நுழைந்துள்ளபொழுது மகரந்தத்தைச் சேர்த்தால் விதைகளற்ற கனிகள் உண்டாகும்.

4. சூலகத் தண்டுகளை வெட்டி அவற்றிற்கிடையே ஜிலேடின் (gelatin) துண்டுகளை வைத்தார்கள். தன்மகரந்தச்சேர்க்கையுறச் செய்த சில பூக்களில் சில விதையிலாக் கனிகளைத் தந்தன. மகரந்தச் சேர்க்கை இல்லாமலிருந்த சில பூக்களில் மகரந்தத்தைச் சேர்த்தபொழுது சூல்பை வளர்ச்சி அடைந்து கனிகளைக் கொடுக்கவில்லை.

5. பூக்களில் மகரந்தச்சேர்க்கையுறுவதைத் தடுத்து, கத்திரிப் பூவின் சூலகத்தில் பெடூனியாவின் (petunia) மகரந்தச் சாரத்தை ஊசி மூலம் செலுத்தியபொழுது இயல்பான கனிவளர்ச்சியை அடைந்தன.

மேற்கண்ட சோதனைகளிலிருந்து யாசுடா என்பவர் பின்வரும் முடிவுகளுக்கு வந்தார்:

1. மகரந்தக்குழாய் சில வேதிப்பொருள்களைச் சுரந்து, அவை சூல்பையினுள் சென்று கனி உண்டாவதைத் தூண்டுகிறது.

2. மகரந்தக்குழாய் சூலகத்தண்டின் அடிப்பகுதி வரை வளரும்படி விட்டால், கருவுறுதலின்றி, வேதிப்பரவுதல் (chemical diffusion) நடைபெற்று, விதையிலாக் கனிகளை உண்டாக்குகிறது.

3. சூலகமுடியில் முதிராத, அதிகம் முதிர்ந்த பொருந்தாத மகரந்தத்தை அல்லது மகரந்தச் சாரத்தைச் சேர்த்தால் விதையிலாக் கனிகளை உண்டாக்கலாம்.

மகரந்தச் சாரம் விதையிலாக் கனிகள் உண்டாவதற்குக் காரணம் வேதித்தூண்டுதலே (chemical stimulation) எனக் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. திமன் (Thimann) என்பவர் பல மகரந்தங்களில் வளர்வூக்கிகளான ஹார்மோன்கள் இருப்பதாகக் கண்டு பிடித்தார். இதனால் கஸ்டாஃப்சன் பல செயற்கையான ஹார்மோன்களைப் பயன்படுத்திக் கனிகளை உண்டாக்கினார். இண்டோல் அஸிடிக் அமிலம், இண்டோல் புரோபியோனிக் அமிலம் (indole propionic acid), இண்டோல் பியூடிரிக் அமிலம், ஆல்ஃபா நாஃப்தலின் அஸெடிக் அமிலம் α (naphthalene acetic acid), ஃபினைல் அஸிடிக் அமிலம் (phenyle acetic acid) போன்ற வேதிப்பொருள்களை 55 சதவீத முதல் 1 சதவீதம் வரை லனோலின் பசையுடன் கலந்து சூலகமுடியில் சேர்க்கப்பட்டது. சில பூக்களில் இயல்பான மகரந்தச்சேர்க்கையுறும்படி செய்யப்பட்டபொழுது இயல்பான கனிகளைக் கொடுத்தன. சில பூக்களில் மகரந்தத்திற்குப் பதிலாக மேலே கூறிய பொருள்களைப் புகையிலை, மிளகு, தக்காளி, பெடூனியா ஆகிய பூக்களில் சேர்த்தபொழுது விதையிலாக் கனிகள் உண்டாயின. கார்ட்னெர் (Gardner) என்பவரும், மார்த் (Marth) என்பவரும் நாஃப்தலின் அஸெடிக் அமிலத்தை ஐலெக்ஸ் ஓபெகா (Ilex opaca) என்ற செடியின் சூல்பையின்மேல் தெளித்தபொழுது விதையிலாக் கனிகள் உண்டாக்குவதைக் கண்டார்கள்.

விதையிலாக்கனிகளுக்கும் இயல்பான மகரந்தச்சேர்க்கையின் மூலம் உண்டாகிய கனிகளுக்கும், ஹார்மோன்களின் உதவியினால் பெற்ற கனிகளுக்கும் உள்ள உள்ளமைப்பியல், வைடமின்களின் அளவு ஆகியவற்றை ஆராய்ந்தபொழுது இவற்றிற்கிடையே அதிக வேறுபாடு இல்லை என்பது தெரியவந்தது. விதையிலாக் கனிகளில் கருக்களில்லாமல் விதைகள் சுருங்கிக் காணப்படுகின்றன.

வாழை, வைடிஸ் (vitis) போன்ற கனிகளில் இயற்கையாகவே விதைகளிருப்பதில்லை. இவற்றிற்கும் மற்றக் கனிகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகளைக் கஸ்டாஃப்சன் ஆராய்ந்து விதையிலாக்கனிகளின் சூல்பைகளில் அதிக அளவிலான ஹார்மோன்கள் உற்பத்தி செய்யப் படுவதைக் கண்டார். விதையிலாக்கனிகளில் போதுமான அளவிற்கு ஹார்மோன்கள் இருப்பதால், கருவுறுதல் நிகழ்ச்சியின்றிக் கனி வளர்ச்சி அடைகிறது. கனிகளில் போதுமான ஹார்மோன்கள் இல்லாதபொழுது, மகரந்தச்சேர்க்கையினாலோ, கருவுறுதலினாலோ, வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள் சேர்ப்பதனாலோ கனி உண்டாகிறது.

விதையிலாக்கனிகளை உண்டாக்குவதன் கண்டுபிடிப்பு கடந்த 15 ஆண்டுகளின் ஆய்வினால் ஏற்பட்டது என்றாலும், சில நாடுகளில் இம் முறையினால் வணிக ரீதியில் நல்ல இலாபம் பெறுகிறார்கள்.

அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் ஜனவரி முதல் மார்ச்சு மாதம் வரையிலான குளிர்காலத்தில் குறுகிய ஒளிக்காலத்துவத்தினாலும் (short photo period), குறைந்த ஒளிச்செறிவினாலும் (low intensity) மகரந்தம் குறையுடையதாகிக் குன்றி மகரந்தக்குழாய் இயல்பான வளர்ச்சியுறுவதில்லை. இதனால் தக்காளிப்பூக்கள் கனியாகுமுன்பே உதிர்ந்து விடுகின்றன. பூக்கள் உதிர்வதை ஹார்மோன்களை உபயோகித்துத் தடுத்து இயல்பான கனிகளை உண்டாக்கச் செய்தனர். பலவிதமான ஹார்மோன்களுள் இண்டோல் பியூட்ரிக் அமிலம் இயல்பினையொத்த விதையிலாக் கனிகளை உண்டாக்குகிறது. ஹௌலட் (Howlet) மிட்செல் (Mitchell), மார்த் (Marth) என்பவர்கள் இம் முறையில் பல சோதனைகளைச் செய்து வெற்றி கண்டார்கள். மிகச் சமீபத்தில் செய்த ஆராய்ச்சிகளின்படி இண்டோல் பியூட்ரிக் அமிலமும், பீடா நாஃப்தலின் அஸெடிக் அமிலமும் (Beta naphthalene Acetic Acid), பீடா நாஃப்தா ஆக்ஸி அஸெடிக் அமிலமும் (β Naphthoxy Acetic Acid), கலந்த நீர்மக் கரைசல் மேலான விளைவுகளைத் தரும் என்று கண்டுபிடிக்கப் பட்டது.

செயல் முறைக் கருவியல், அறிவியல்களினுள் மிகச் சமீபத்தில் தோன்றினாலும், இயற்கையை எதிர்த்து, இஃது அடைந்த வெற்றியினாலும், இது மனிதனின் மேம்பாட்டிற்கு உதவி செய்வதனாலும் இது மக்களிடையே மேலும் மேலும் பரவிப் பல புதிய முயற்சிகளுக்கு வழிகோலியது.

15. பூஞ்சையியல் வரலாறு
(History of Mycology)

நுண்ணோக்கி (microscope) கண்டுபிடிக்கப்படாத காலத்திலேயே பல அறிஞர்கள் பல பூஞ்சைகளை (fungi) வர்ணித்துள்ளார்கள். ஆனால், அவர்களது வர்ணனைகள் பெரும்பாலும் உண்மைக்கு மாறானவையாகவும், வர்ணித்த ஆசிரியர்களின் புனைவாற்றலைக் காட்டுபவையாயும் இருந்தன. அவர்கள் பூஞ்சைகளுக்கும், பூக்கும் தாவரங்களுக்கும் பல வகைகளில் ஒற்றுமைகளிருப்பதாக எண்ணினார்கள்; பழங்காலத்தில் பூஞ்சைகளைக் 'குறைவளர்ச்சிகளையுடைய தாவரங்களின் கருக்கள்' (aborted foctuses of plants) என்று எண்ணினார்கள்.

பூஞ்சைகளின் வரலாறு 17ஆம் நூற்றாண்டிலேதான் ஆரம்பமாயிற்று எனலாம். 1675ஆம் ஆண்டில் ஸ்டெர்பீக் (Sterbeeck) என்பவர் 'தியேட்ரம் ஃபங்கோரம்' (Theatrum Fungorum) என்ற தமது நூலில் உணவாக உண்ணக்கூடிய (edible), நச்சுடைய (poisonous) பூஞ்சைகளைப்பற்றி விவரித்துள்ளார்.

டில்லினியஸ் (Dillenius, 1719) என்பவர் பூவாத்தாவரங்களைப் பற்றி ஆராய்ந்து, அவற்றிற்கு ஒரு வகைபாட்டியலை உண்டாக்கினார். பியர் அன்டோனியோ மைக்கேலி (Pier' Antonio Micheli, 1679-1737) என்பவர் 'நோவா பிளாண்டாரம் ஜெனிரா' (Nova Plantarum Genera, 1729) என்ற நூலினை எழுதி வெளியிட்டார். இந் நூல் பூஞ்சையியல் வரலாற்று வளர்ச்சியில் முக்கியமான பங்கினை வகுக்கிறது.

ஜெர்மானியத் தாவரவியலறிஞரான ஜே ஜி. கிளெடிட்ஷ் (J. G. Gleditsch, 1714-1786) இனப் பெருக்கு உறுப்புகளை (organs

of fructification) ஆதாரமாகக்கொண்ட ஒரு வகைபாட்டியலைத் தமது 'மெதோடஸ் ஃபங்கோரம்' (Methodus Fungorum) என்ற நூலில் வெளியிட்டார். இவ் வகைபாட்டியலில் 11 பேரினங்களைப் பற்றிச் சொல்லப்பட்டுள்ளது.

I. ஸ்போர் பெற்றுள்ள பரப்பு வெளியே தெரியும்படி இருப்பவை (spore bearing surface exposed).

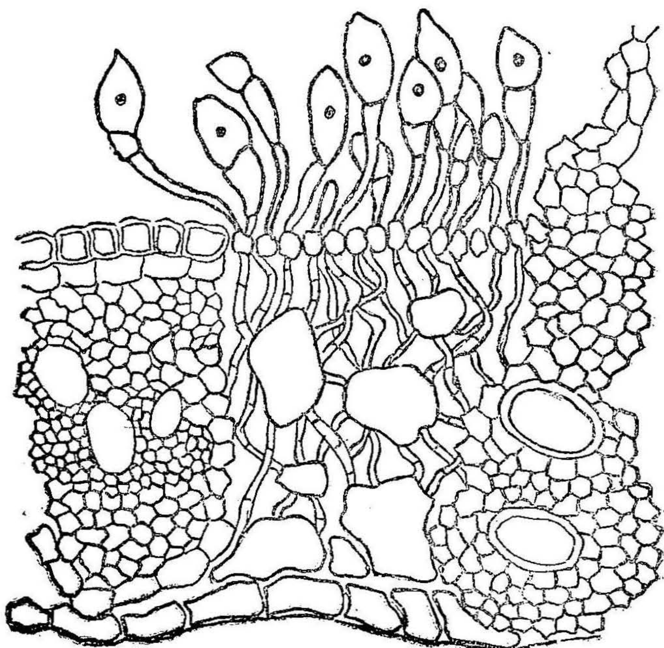
(உ-ம்). கிளேவேரியா (Clavaria), ஃபால்லஸ் (Phallus), பொலிடஸ் (Boletus), அகாரிகஸ் (Agaricus).

II. ஸ்போர் பெற்றுள்ள பரப்பு உள்ளடக்கியது (spore bearing surface enclosed).

(உ-ம்). பெஸைஸா (Paziza), லைகோபெர்டான் (Lycoperdon), மியூகார் (Mucor).

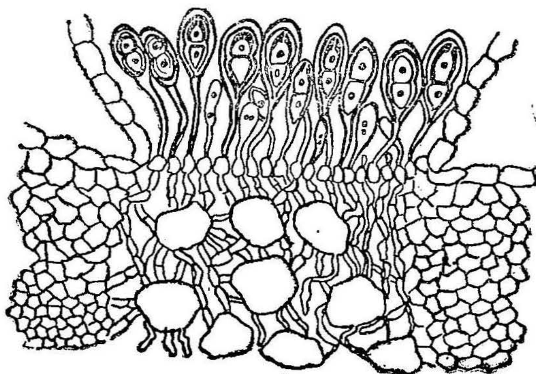
ஃபெலிஸ் ஃபான்டானா (Felice Fontona, 1730-1805) என்பவர் இத்தாலி நாட்டில் வாழ்ந்த பூஞ்சையியலறிஞர் (mycologist) தானியங்களின் துரு நோய்பற்றி (rust diseases of grains) ஆராய்ச்சி செய்து, 1767ஆம் ஆண்டில் ஒரு நூலாக வெளியிட்டார். இதுதான் பூஞ்சையின் ஒட்டுண்ணிப் பண்பு (parasitic nature) பற்றி வெளியிட்ட முதல் நூலாகும். தானியங்களின் இலைகளில் காணப்படும் சிறு சிறு புள்ளிகளுக்குக் காரணம் நுண்ணிய தாவரங்களே என்றும், அவை அந்த இலைகளின் திசுவை உண்டு வாழுகின்றன என்றும் கருதினர்.

துருநோய் உண்டாக்கும் பூஞ்சை முதலில் ஓம்புயிரித் தாவரத்தின் (host plant) இலைக்காம்பிலும், இலையிலும் வந்தால் தாவரத்தில் உணவு தயாரித்தல் குறைந்து, விளைச்சலை வெகுவாகப் பாதிக்கப்படுகிறது. துருநோயை உண்டாக்குவதற்குக் காரணமானவை சிறிய நுண்ணோக்கியினால் மட்டும் காணக்கூடிய (microscopic) பூஞ்சை என்றும், அது முறையே யுரிடோஸ்போர்கள் (uredospores), டீலியோஸ்போர்கள் (teliospores) என்ற இருவிதமான ஸ்போர்களை உண்டாக்குகின்றன என்றும் கருதினர்.



படம் 25

பக்ஸீனியாப் பூஞ்சையின் யுரிடோசோரஸ்



படம் 26

பக்ஸீனியாப் பூஞ்சையின் டெலியுடோசோரஸ்

19ஆம் நூற்றாண்டில் தாவரங்களைப்பற்றிய கருத்துகளும், அறிவியல் வெளியீடுகளும் அதிகமாயின. நுண்ணோக்கி கண்டு பிடித்ததன் பயனாகப் பூஞ்சைகளைப்பற்றி முன்பு நிலவி வந்த பல தவறான எண்ணங்களும், கருத்துகளும் மெதுவாகத் திருத்தமும் தெளிவும் பெற்றுப் பூஞ்சைகளின் உண்மை நிலையினை மக்கள் உணர்ந்துகொண்டார்கள்.

பூஞ்சைகளைப்பற்றிப் பல புதிய கண்டுபிடிப்புகள் தோன்றலாயின. இதனால் பூஞ்சைகளைப்பற்றிய செய்திகள் குவிய ஆரம்பித்தன. பூஞ்சைகளைப்பற்றிய செய்திகள் குவியக் குவிய, அவற்றை ஒழுங்குபடுத்தி அமைக்கத்தக்க ஒரு வகைபாட்டியல் தேவைப்பட்டது. இதற்குத் தேவையான, நம்பகமான ஒரு வகைபாட்டியலைச் 'சைனாப்ஸிஸ் மெதாடிகா ஃபங்கோரம்'(Synopsis Methodica Fungorum) என்ற நூலினைக் கிரிஸ்டியன் ஹெண்டிரிக் பெர்சூன் (Christian Hendrik Persoon, *1762-1836*) என்பவர் வெளியிட்டார். இவர் உணவாக உண்ணும் பூஞ்சைகளைப்பற்றியும், நச்சுக்காளான்களைப்பற்றியும் எழுதி, *1818*ஆம் ஆண்டில் ஒரு நூலாக வெளியிட்டார். ஐரோப்பிய நாட்டில் கண்ட பூஞ்சைகளைப்பற்றி 'மைகாலஜியா யூரோபியா' (Mycologia Europaea) என்னும் முற்றுப் பெறாத ஒரு நூலினை வெளியிட்டார். இவர் நாளில்கண்ட பூக்கும் தாவரங்களைப்பற்றிய விவரங்களை 'சைனாப்ஸிஸ் பிளான்டாரம்' (Synopsis Plantarum) என்ற நூலில் *1805*ஆம் ஆண்டில் வெளியிட்டார். முதன் முதலில் பூஞ்சைகளுக்கான நல்லதொரு வகைபாட்டியலை வகுத்துக் கொடுத்தது, இவர் தாவரவியலுக்குச் செய்த தொண்டில் மிகச் சிறந்தது ஆகும். இவர் வகுத்த வகைபாட்டியலில் தெளிவற்ற வகுப்புகளை (classes) விட்டு விட்டு, இருபெயர் சூட்டும் முறையினை ஆதாரமாகக்கொண்டு வகைபாடு செய்தார். பச்சிலைகளுக்குக் கீழ் ஒட்டுண்ணிகளாக வளரும் தனிப்பட்ட இனங்களாக 'யூரிடினி' (uridineae) என்ற துருப்பூஞ்சையினங்கள் கருதப்படல் வேண்டும் என்று இவர் எழுதிய வகைபாட்டியல் நூலில் கூறுகிறார்.

பூஞ்சைகளுக்கு அறிவியல் அடிப்படையிலான வகைபாட்டியலை எலியாஸ் ஃபிரைஸ் (Elias Fries, *1794-1878*) என்பவர் வகுத்தார். பூஞ்சைகளில் ஹிமெனோமைஸீட்ஸ் (hymenomycetes) என்னும் பூஞ்சையினங்களைப்பற்றி இவர் குறிப்பாக ஆராய்ச்சிகளைச் செய்தார்; இப் பூஞ்சைகள் ஐரோப்பிய நாடுகளில் எங்கெங்கு இருக்கின்றன, பரவியுள்ளன என்றும், அவற்றின் தன்மைகள் யாவை என்பதுபற்றியும் ஆராய்ந்தார்; இப் பூஞ்சையினங்களைப்

பற்றிய விவரங்களை 'ஐகோன்ஸ் செலக்டே ஹிமெனோமைஸீடம்' (Icones Selectae Hymenomycetum) என்ற நூலில் வெளியிட்டார்.

இவர் பெர்சூன் வகுத்த வகைபாட்டியலைக் கொஞ்சம் மாற்றி அமைத்துக்கொண்டு 'சிஸ்டமா மைகாலஜிகம்' (Systema Mycologicum) என்ற பெயரில் ஒரு வகைபாட்டுத் தொகுப்பினை வெளியிட்டார். 1910ஆம் ஆண்டில் பிரஸ்ஸல்ஸில் (Brussels) கூடிய அனைத்து நாடுகளின் குழுவில் (International Congress) கூடிய அறிவியலறிஞர்கள் இவரது வகைபாட்டியலையும், பெயர் சூட்டும் முறையையும் பெரும்பாலான தாவரங்களுக்கு ஆதாரமாகக் கொண்டார்கள். எஞ்சியுள்ள யூரிடினேலிஸ், உஸ்டிலேஜினேலிஸ் (ustilaginales), கேஸ்டெரோமைசீட்ஸ் (gastromycetes) என்ற பூஞ்சை வகைகளுக்குச் சைனுப்ஸிஸ் மெதாடிகா ஃபங்கோரம் என்ற பெர்சூன் வகுத்த வகைபாட்டியலை ஆதாரமாகக் கொண்டனர்.

1832ஆம் ஆண்டில் 'லைகெனோகிராஃபியா யூரோபியா ரிஃபார்மாடா' (Lichenographia Europaea Reformata) என்ற நூலினை வெளியிட்டார். இந் நூலில் லைக்கன்களின் (Lichens) இனப்பெருக்கு உறுப்புகளினை ஆதாரமாகக்கொண்டு, அவற்றிற்கான ஒரு வகைபாட்டியலை வகுத்தார். இவர்தாம் முதன்முதலில் ஜிம்னோகார்பஸ் (Gymnocarpous), ஆன்ஜியோகார்பஸ் (Angiocarpous) என்று லைக்கன்களை இரு வகைகளாகப் பாகுபாடு செய்தார்.

பிரான்சு நாட்டில் வாழ்ந்த லெவியல்லி (Levielle, 1796-1870) என்பவர் பூஞ்சைகளைப் பெஸிடிபோஸ்போரஸ் (besidiosporous) என்றும், தீகாஸ்போரஸ் (Thecasporous or ascomycetes) என்றும் ஸ்போரகங்களை ஆதாரமாகக்கொண்டு பாகுபாடு செய்தார். இவரும், பெர்க்லி (Berkeley) என்பவரும் ஹிமெனோமைஸீட்டுகளின் பெஸீடியாக்களைப்பற்றிச் (basidia) சரியான வர்ணனைகளையும், தகவல்களையும் தந்தனர்.

வகைபாட்டியல்கள் (Classifications) : பூஞ்சைகளின் வகைபாட்டியலுக்கு நுண்ணோக்கியில் காணக்கூடிய பண்புகள் ஆதாரமாயுள்ளன என்று எ. ஸி. ஜே. கார்டா (A. C. J. Chorda, 1809-1849) என்ற செக்கோஸ்லோவேகியா (Zechoslovakia) நாட்டு அறிவியலறிஞர் கண்டுபிடித்தார். இவர் பிரேக் (Prague) என்னுமிடத்தில் உள்ள தேசீயக் காட்சிச்சாலையின் (National Museum) பொறுப்பாளராக (custodian) இருந்தார். பூஞ்சையின் ஸ்போர் முளைத்து அதன் வளர்குழாய் (germtube) இலைத்துளையில் நுழை

வதை இவர்தாம் முதன்முதலில் கண்டார்; இப் பூஞ்சை இலை இடைத்திசுவில் (mesophyll) காணப்படுவதையும் கண்டார்.

மைல்ஸ் ஜே. பெர்க்லி (Miles. J. Berkeley, *1803-1889*) என்பவர் இங்கிலாந்து நாட்டில் வாழ்ந்த புகழ்பெற்ற பூஞ்சையியல் அறிஞர். இவர் 'பூவிலித் தாவரங்களின் முன்னுரை' (Introduction to Cryptogamic Botany, *1857*) என்ற நூலையும், இங்கிலாந்து நாட்டின் பூஞ்சைகளைப்பற்றிப் 'பிரிட்டிஷ் ஃபங்காலஜி' (Outlines of British Fungology) என்ற நூலையும் எழுதி வெளியிட்டார். இந் நூல்களில் பூஞ்சைகளின் வாழ்விடம், வேறுபாடுகள், புவியியல் வியாபகம் (geographical distribution), பூஞ்சைகளின் முக்கியத்துவம், பொருளாதாரப் பயன்கள் முதலியனவற்றைப்பற்றி எழுதியுள்ளார்.

குக் (Cook) என்பவர் எழுதிய 'பிரிட்டிஷ் நாட்டுப் பூஞ்சைகளின் கையேடு' (Handbook of British Fungi, *1871*) என்ற நூலும், புளோரைட் (Plouright) என்பவர் எழுதிய 'பிரிட்டிஷ் யுரிடினி அண்ட் உஸ்டிலேஜினி' (British uredineae and ustilagineae) என்ற நூலும் பூஞ்சையியல்பற்றி வெளியிட்ட நூல்களுள் சிறந்தவை.

வட அமெரிக்காவில் பூஞ்சையியல்பற்றிய ஆய்வுகள் லூயி டேவிட் வான் ஷ்வீனிட்ஸ் (Louis David Von Schweinitz, *1780-1834*) என்பவரால் ஆரம்பிக்கப்பட்டது. இவர் வட அமெரிக்க நாட்டில் உள்ள பூஞ்சைகளைச் சேகரம் செய்து ஆராய்ந்தார்; அவற்றைப் பற்றிய ஒரு விரிவான நூலினை எழுதினார். தென் அமெரிக்க நாடுகளில் உள்ள பூஞ்சைகளைப்பற்றி எம். ஏ. கர்டிஸ் (M.A. Curtis, *1808-1872*) என்பவரும், எச். டபுள்யூ. ராவெனெல் (H. W. Ravenel, *1814-1887*) என்பவரும் ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொண்டனர். ஸி. எச். பெக் (C.H. Peck, *1833-1917*) என்பவர் அமெரிக்க நாட்டுப் பூஞ்சைகளை ஆராய்ந்து பல கட்டுரைகளை வெளியிட்டுள்ளார். ஜே. பி. எல்லிஸ் (J. B. Ellis) என்பவரும், பி. எம். எவெர்ஹார்ட் (B. M. Everhart) என்பவரும் 'பைரினோமைஸீட்ஸ்' (Pyhrenomycetes) என்ற பூஞ்சைகளைப்பற்றியும், ஆர். தாக்ஸ்டர் (R. Thaxter) என்பவர் லேபோல்பீனியேசீ (Laboulbeniaceae) வகைப் பூஞ்சைகள்பற்றியும், ஈ. ஏ. பர்ட் (E.A.Burt) என்பவர் தெலிஃபொரேசீக் (Thelephoraceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பூஞ்சைகளைப்பற்றியும், ஜே. ஸி. ஆர்தர் (J. C. Arthur) என்பவர் யுரிடினேலிஸ்கள்பற்றியும் ஆராய்ச்சிக் கட்டுரைகள் எழுதியுள்ளார்கள்.

பல்லுருவமியமும் ஒட்டுண்ணியமும் (Polymorphism and Parasitism): பூஞ்சைகளின் பல்லுருவமியப் பண்புகளைப்பற்றி துலஸ்னி (Tulasne) என்பவரும், பல் இல்ல வாழ்வு (Heteroecism) பற்றி

டி. பாரி (De Bary) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர். இவருக்கு முன்னர் வாழ்ந்த அறிஞர்கள் பூஞ்சைகளின் வர்ணனைகளையும், அவற்றின் அளவு, உருவம் ஆகிய அமைப்புகளையும், ஸ்போர்களின் தன்மைகளையும் விளக்கியிருந்தார்கள். தனிப்பட்ட ஸ்போர் உருவங்கள் தனிப்பட்ட இனத்தைக் குறிக்கின்றன என்றும், சில பூஞ்சைகள் தம் வாழ்க்கை வட்டத்தில் பலவிதமான ஸ்போர்களை உடையவை என்றும் லூயி ரேன் துலஸ்னி (Louis Rane Tulasne, 1815-1885) கண்டுபிடித்தார். இவரும், இவரது சகோதரர் சார்லஸும் (Charles) தாவரவியல் வளர்ச்சிக்குப் பெரிதும் பாடுபட்டனர். இவர் முதன்முதலில் ஆஸ்கோமைசீட்ஸ் (ascomycetes) தொகுதியைச் சேர்ந்த ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சையில் கொனிடியா (conidia), பெரிதீஸியா (perithecia), ஆஸ்கிஸ்கள் (ascis) முதலியவற்றின் அமைப்புகளை ஆராய்ச்சி செய்து சரியான முறையில் விளக்கியுள்ளார்கள்.

துலஸ்னி பூஞ்சைகளின் வாழ்க்கையை ஆராய்ந்து, ஸ்போர்கள் முளைக்கும் விதத்தையும், வளர்குழாயிலிருந்து (germtube) பூஞ்சை உடலம் (mycelium) எவ்வாறு உண்டாகிறதென்றும் கண்டறிந்தார். இவர் 1852-ல் வெளியிட்ட நூலில் லைக்கன்களில் பூஞ்சை இழைகள் (fungal hyphae) இருப்பதைக் கண்டார். இவர் காலத்திற்கு முன்பு பூக்கும் தாவரங்களில் மகரந்தக்குழாயின் நுனியிலிருந்து கரு தோன்றுகிறது என்று நம்பி வந்தனர். இது தவறான கருத்து எனத் துலஸ்னி விளக்கினர்; தென் அமெரிக்க நாட்டில் கண்ட பூக்கும் தாவரங்களின் வகைபாட்டியல்பற்றிப் பல ஆராய்ச்சிகள் செய்து, அவற்றின் முடிவுகளைப் பல ஆராய்ச்சிக் கட்டுரைகளின்மூலமாக வெளியிட்டுள்ளார்.

1857ஆம் ஆண்டில் சாப்ரோலிக்னியா (Saprolegnia) போன்ற பூஞ்சையில் பால்தன்மை இருக்கிறது என்பதை பிரிங்ஷீம் சிறிதும் ஐயத்திற்கு இடமின்றி விளக்கினர்; பூஞ்சைகளில் காணப்படும் கருவுறுதல் நிகழ்ச்சியினையும், அதற்குப் பிறகு கரு வளர்ச்சியில் ஏற்படும் மாறுதல்களையும் கண்டறிந்தார்.

ஜெர்மானிய நாட்டினரான ஆன்டன் டி பாரி (Anton De Bary, 1831 - 1888) என்பவர் பூஞ்சைகளின் ஆராய்ச்சிகளின் மூலமாகத் தாவரவியல் வளர்ச்சிக்குப் பெரிதும் பாடுபட்டவர். இவர் 1864 - 66 ஆம் ஆண்டுகளுக்குள் பூஞ்சைகளின் புற அமைப்பியல், செயலியல்பற்றிய ஒரு நூலையும், 1877 ஆம் ஆண்டில் பூக்கும் தாவரங்களைப்பற்றிய நூலையும், 1884 ஆம் ஆண்டில் பாக்டீரியாக்களைப்பற்றிய (Bacteria) ஒரு நூலையும் எழுதி வெளியிட்டார்.

இவர் ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சைகளில் காணும் பரஜீவி ஊட்ட முறையினை (heterotrophic nutrition) கண்டறிந்தார். யுரிடினேலிஸ்கள், உஸ்டிலேஜினேலிஸ்கள் தொகுதியைச் சேர்ந்த பூஞ்சைகளின் ஓம்புயிர்த்தாவரத்தில் மறைந்திருக்கும் பூஞ்சை உடலம் அவற்றைச் சார்ந்தது என நிருபிக்க வேண்டியிருந்தது. ஃபைடாஃப்தோரா (Phytophthora) என்னும் பூஞ்சை ஓம்புயிர்த் தாவரத்தின் இலைத்துளையில் நுழைந்தாலும், மற்ற ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சைகள் இலையின் புறத்தோலில் நுழைய முடியும்.

பொதுவாக, ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சைகள் சில குறிப்பிட்ட வகை ஓம்புயிர்த்தாவரங்களில் மட்டுமே நோய் உண்டாக்க முடியும். ஆனால், ஃபைடாப்தோரா ஆம்னிவோரா (phytophthora omnivora) என்னும் ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சை எந்தத் தாவரத்திலும் நோய் உண்டாக்க முடியும் என்று கண்டுபிடித்தார்.

பக்ஸீனியாப் (puccinia) பூஞ்சையின் பல்ஸ்போர் நிலை (heterocism), பூஞ்சைகளின் பல்லுருவமீபம், ஒட்டுண்ணீயம், வாழ்க்கை வட்டம் முதலியவற்றையும் கண்டுபிடித்தார்.

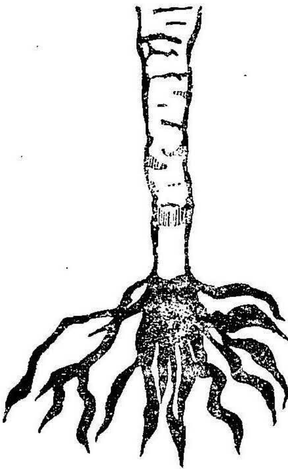
அக்காலத்தில் ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சைகளுக்கும் மட்குண்ணிப் பூஞ்சைகளுக்கும் (saprophytic fungi) இடையே தெளிவான வேற்றுமைகள் வகுக்கப்படாமல் இருந்தன. டி பாரி என்பவர் ஒரு செயலியல் பூஞ்சையியலறிஞர் (physiological mycologist) ஆதலால், பூஞ்சைகளை அவற்றின் ஊட்டத் தக அமைவிற்குத் (nutritive adaptation) தகுந்தவாறு வகைபாடு செய்தார்:

1. நிறை மட்குண்ணிகள் (obligate saprophytes)
2. குறை ஒட்டுண்ணிகள் (facultative parasites)
3. நிறை ஒட்டுண்ணிகள் (obligate parasites)

ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சையின் ஸ்போர், ஓம்புயிரியில் முளைத்து அதைப் பாதிக்கிறது என்றும், சில சமயங்களில் பூஞ்சை தொற்றுத் தாவரமாக (epiphyte) ஓம்புயிரியின் மேல் வளர்ந்து, அதன் உறிஞ்சு உறுப்பினை (haustorium) மட்டும் ஓம்புயிரிக்குள் அனுப்பி, அதிலிருந்து ஊட்டப்பொருள்களை (nutrients) எடுத்து உட்கொண்டு வாழ்கின்றன என்றும் கண்டார். சில பூஞ்சைகள் ஓம்புயிரியின் செல்களுக்குள்ளேயும் (intracellular), மற்றுஞ்சில பூஞ்சைகள் ஓம்புயிரியின் செல் இடைவெளிப் பகுதிகளிலும் (intercellular spaces) வாழ்கின்றன. ஸ்கிளெரோடோனியா

(sclerotonia) என்னும் பூஞ்சை செல் சுவர்களை அழிக்கக்கூடிய சைடேஸ் (cytase) என்னும் நொதியை உண்டாக்குகிறது என்று டி. பாரி கண்டுபிடித்தார்.

எம். எஸ். வொரோனின் (M. S. Woronin, *1838-1903*) என்பவர் முட்டைக்கோஸில் (brassica oeracea variety capitata) காணப்படும் 'வேர்த்தடிப்பு' (club root of cabbage) நோயிற்கு பிளாஸ்மோடியோஃபோரா (Plasmodiophora) என்னும் மிக்ஸோமைஸீட் (Myxomycete) வகையைச் சேர்ந்த பூஞ்சையே காரணம் எனக் கண்டுபிடித்தார்.



படம் 27
முட்டைக்கோஸின் தடித்த வேர்

பூஞ்சைகளைப்பற்றிய பரிசோதனைகளுக்காக டி. பாரி, பிரெஃபெல்டு (Brefeld), வான் டீயம் (Van Tieghem), பாஸ்டியர், கோச் (Koch) முதலிய அறிஞர்கள் ஆய்வுக்கூடத்தில் பூஞ்சைகளின் அமைப்பு முறையை அறிந்துகொள்ள உதவும் பொருட்டுப் பூஞ்சைகளின் வளர்க்கும் முறைகளை (culture technique) அபிவிருத்தி செய்தனர்.

டான்ஜியார்டு (Dangeard) என்பவரும், சாப்பின் ட்ரூஃபி (Sappin Trouffy) என்பவரும் பக்ஸீனியாப் பூஞ்சையின் டீலியோஸ்போரில் இரு நியூக்ளியஸ்கள் இணைவதையும், அதிலிருந்து புரோமைஸீலியம் (promycelium) உண்டாவதற்கு முன் நியூக்ளியஸ்களில் உள்ள குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை பாதியாகக் குறைக்கப்படுவதையும் கண்டார்கள். இவ்விதமான நியூக்ளியஸ்களின் சேர்க்கையை (haryogamy) உஸ்டிலேஜினி, ஆஸ்கோமைஸீட்கள், பெஸிடியோமைஸீட்டுகள் ஆகிய பூஞ்சைகளிலும் காணலாம் என்று டான்ஜியார்டு கண்டுபிடித்தார். யூரிடினித் தொகுதிப் பூஞ்சைகளில் உண்மையான சந்ததி மாற்றம் நிகழ்கிறது என்று பிளாக்மேன் (Blackman, *1904*) என்பவரும், கிறிஸ்ட்மேன் (Christman) என்பவரும் கண்டுபிடித்தார்கள்.

ஈஸ்ட் செல்களைப்பற்றி (yeast cells) ரீஸ் (Rees) என்பவரும், எமில் ஹான்சென் (Emil Hansen, *1842-1909*) என்பவரும்

ஆராய்ந்தனர். ஈஸ்டுகளை ஆய்வுக்கூடங்களில் வளர்க்கக்கூடிய தனிவளர்ப்பு முறைகளை (single culture method) ஹான்சென் கண்டுபிடித்தார்.

ஈஸ்டுகளின் செயலியல் தன்மையினை (physiological character) லியூவென்ஹுக் (Leeuwenhock), காக்னியார்டு - லாடூர் (Gagniard-Latour, 1777-1859), தியோடர் ஷ்வான் (Theodore Schwann, 1810 - 1882) ஆகியவர்களும் ஆராய்ந்தார்கள்; ஈஸ்ட் செல் காடியாக்கும்போது (fermentation) அதற்கு ஆக்ஸிஜன் (oxygen) தேவையில்லை என்றும், காடியாதல் நிகழ்ச்சியினால் கார்பன்டையாக்ஸைடு வெளியாகிறதென்றும் கண்டு பிடித்தார்கள்.

செயலியல் இனங்களும், வேற்றுடலமியமும் (Physiological Races and Heterothallism): ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சைகள் குறிப்பிட்ட உயிரினங்களையே தங்கள் ஓம்புயிரிகளாகக் கொள்ளுகின்றன என்று டி பாரி கண்டார். ஷ்ரூடர் (Schroeter, 1879) ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சையில் செயலியல் இனங்கள் இருக்கின்றன என்றும், எரிக்சன் (Erickson, 1894) என்பவர் இவ்விதமான செயலியல் இனங்கள் புற அமைப்பியலில் மாறுபட்டிருக்க வேண்டியதில்லை என்றும் கண்டனர். சால்மன் (Salmon, 1903) என்பவர் ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சையில் செயலியல் இனங்கள் பவுடரி மில்டியூப் (powdery mill-dew) பூஞ்சையான எரிஸிஃபி கிராமினிஸில் (Erisiphe graminis) இருப்பதைக் கண்டார். ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சையின் செயலியல் இனங்களை அவை ஓம்புயிரியில் வளர்முறைகளிலிருந்து அறிந்து கொள்ளலாம். இவ்விதம் பக்ஸீனியா கிராமினிஸ் டிரைடிஸி (Puccinia graminis tritici) என்னும் ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சையில் 500 விதமான செயலியல் இனங்களைக் கண்டு பிடித்துள்ளனர்.

எச். எம். வார்டு (H. M. Ward, 1903) என்பவர் 'இணைக்கும் ஓம்புயிரிகள்' (bridging hosts) என்ற கோட்பாட்டினை உருவாக்கினார். ஒரு குறிப்பிட்ட பூஞ்சை A என்ற தாவரத்தில் துரு நோயை உண்டாக்கும். ஆனல், இதே பூஞ்சை C என்ற தாவரத்தில் துருநோயினை உண்டாக்க முடிவதில்லை. ஆனல் A என்ற தாவரத்திற்கும் C என்ற தாவரத்திற்கும் இடைப்பட்ட பண்புகளுடைய B என்ற தாவரத்தில் நோயை உண்டாக்க வல்லது. B என்ற தாவரத்தில் நோய் உண்டாக்கிய பிறகு அதே பூஞ்சை இப்பொழுது C என்ற தாவரத்திலும் நோய் உண்டாக்கும் ஆற்றலைப் பெற்று விடுகிறது. நோய் உண்டாக்கும் ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சை B என்ற ஓம்புயிரித்தாவரத்தில் வாழும்போது, அதற்குச்

சில பண்புகள் உண்டாகின்றன. இப் புதிய பண்புகளைப் பெற்ற ஒட்டுண்ணி C என்ற தாவரத்திலும் நோயினை உண்டாக்கும் ஆற்றலைப் பெற்று விடுகிறது இதனால் B என்ற தாவரத்திற்கு 'இணைக்கும் ஓம்புயிரி' எனப்படும். ஸ்டேக்மேன் (Stakman), பார்கர் (Parker), பீமிசெல் (Piemeisel) போன்ற பின் வந்த அறிஞர்கள் இத்தகைய இணைக்கும் ஓம்புயிரிகள் கருத்தினை ஒப்புக்கொள்ள வில்லை. துருப்பூஞ்சையில் காணப்படும் செயலியல் இனங்களின் நோய் உண்டாக்கும் தன்மை (pathogenicity) ஓம்புயிரியின் ஆதிக்கத்தினால் மாறுவதில்லை என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

தக அமைவு, கலப்புயிரிப் பயிர்முறை (hybridisation), சடுதி மாற்றம் (mutation), ஹிடெரோகாரியோஸிஸ் (heterocaryosis) என்ற நான்கு முறைகளில் ஏதாவது ஒரு முறையினால் புதிய செயலியல் இனங்கள் உண்டாகலாம். நோய் உண்டாக்கும் பூஞ்சையின் செயலியல் தன்மைகள், புற அமைப்பியல் தன்மைகளைப் போல நிலையானவை (constant) என்று ஆராய்ச்சியாளர்கள் முடிவு செய்துள்ளார்கள். செயலியல் தன்மைகள் மரபியல் காரணிகளால் (genotypic factors) ஏற்பட்டவை என்றும், இவை சூழ்நிலையினால் மாறக்கூடியவை என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

உடலச் சடுதி மாற்றங்கள் (somatic mutations or saltations) மேலும் மேலும் அதிக அளவில் பூஞ்சைகளில் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன. இவ்விதமான உடலச் சடுதி மாற்றங்கள் சிற்றலைவு வேறுபாடுகளின் (fluctuating variations) பிரதிபலிப்பாகும். இவை உள்ளார்ந்த சூழல்களில் (internal atmosphere) உண்டாகலாம்; அல்லது மீண்டும் பழைய நிலைக்கு வரலாம். தற்காலிக 'நிலைத்த தன்மையினை' (constancy) ஏற்படுத்தும் ஆதிக்கத்தின் இயல்பை நாம் அறிந்துகொள்ள முடியாது. எத்தனை தலைமுறைகளுக்குப் பிறகு (generations) இவை உறுதியாக்கப்படுகின்றன என்றும் கூற முடியாது.

நோய் உண்டாக்கும் பூஞ்சையின் தோற்றத்தில் மாறுதல் உள்ளது. ஹெல்மிந்தோஸ்போரியம் சாடைவம் (Helminthosporium sativum) என்ற பூஞ்சை, அதன் பெற்றோர்களைப் போலவும் அல்லது பெற்றோர்களைவிடக் குறைந்த அளவு தீவிரம் (virulent) உடையதாகவும் இருக்கும். ரைஸோக்டோனியா ஸொலானி (Rhizoctonia solani) என்ற பூஞ்சை, பல ஓம்புயிரிகளிலும் நோய் உண்டாக்கும் என எண்ணினார்கள். இப் பூஞ்சையினை நுணுகி ஆராய்ந்ததில் நோயுண்டாக்கும் தன்மையில் சிறப்பான மாறுதல்களை

யுடைய பல செயலியல் இனங்கள் அதில் உள்ளன என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒட்புயிரித் தாவரங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட நோய் உண்டாக்கும் ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சையை எதிர்க்கும் ஆற்றலை (resistance) இழந்து விடுகின்றன. புதியதொரு சடுதிமாற்றம் பெற்ற செயலியல் இனங்கள் தோன்றுவதே இத் தோற்றத்திற்குக் காரணம் என்று விளக்கப்படுகிறது. வாடர் ஹவுஸ் (Water House, 1929) என்பவர் புதிய இனங்கள் கலப்புயிரிப் பயிர் முறையில் உண்டாகலாம் என்று கருதுகிறார்.

மியூகரினீக் (Mucorineae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த சில பூஞ்சைகள் இணையும் விதத்திலிருந்து வேற்றுடலமியத்தை (heterothallism) அறியலாம் என்று பிளாக்ஸ்லீ (Blackslee, 1904) கருதினர். இவர் அவ்விதமான பூஞ்சைகளுக்கு (strains) நேர்வகை (positive strain) என்றும், எதிர்வகை (negative strain) என்றும் பெயரிட்டார். ஒரே வகையினைச் சேர்ந்த பூஞ்சையிழைகள் இணைந்து, சைகோஸ்போர்களை (zygospores) உண்டாக்குவதில்லை. டாட்ஜ் (Dodge, 1920) என்பவர் 'வேற்றுடலமியத்தை' ஆஸ்கோபோலஸ் மாக்னிஃபிகஸ் (Ascobolus magnifigus) என்னும் பூஞ்சையிலும், பெட்ஸ் (Betts, 1926) என்பவர் ஆ. கார்பொனேரியஸ் (A. Carbonarius) என்னும் பூஞ்சையிலும் விவரித்தனர்.

ஓர் ஆஸ்கஸில் உள்ள 8 ஸ்போர்களில் 4 ஸ்போர்கள் ஒருவிதப் பால்தன்மையுடையவையாகவும், மீதி 4 ஸ்போர்கள் மற்றொரு பால்தன்மையுடையவையாகவும் இருப்பதற்குப் பால்தன்மை தனித்துப் பிரிந்தொதுங்குவது (independent assortment) காரணம் என்று கண்டனர். வேற்றுடலமியப் பூஞ்சைகளில் உள்ள ஹார்மோன்களின் செயலியல் முக்கியத்துவத்தை ராபெர் (Rober, 1939, 40) என்பவர் அக்லியா (Achlya) என்னும் பூஞ்சையில் கண்டார். இழைகளில் உண்டாக்கப்படும் ஹார்மோன்கள் இனப் பெருக்கச் செயலில் கூட்டுறவினை உண்டாக்குகின்றன.

பூஞ்சை வேற்றுடலமியத் தன்மை உடையதாக இருந்து, அதனின்று ஸ்பொரீடியா (sporedia) முளைத்து நேர், எதிர் வகைப் பூஞ்சை இழைகளை உண்டாக்கலாம் என்று கிரைகி (Graigie, 1927, 1931) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். துருப்பூஞ்சைகளில் காணும் பிக்னியோஸ்போர்கள் (Pycniospores) ஒருபால்தன்மையுடையவை (unisexual) என்றும், அவற்றிலிருந்து ஒருபால் பூஞ்சையுடலங்கள் உண்டாகின்றன என்றும், நேர் எதிர்வகை பூஞ்சையுடலில் இருந்த

இழைகளிலிருந்து தோன்றிய பிக்னேஸ்போர்கள் இணைந்து இஸிடியாக்கள் (accidia) உண்டாகின்றன என்றும் கண்டுபிடிக்கப் பட்டது.

பாஸ்டியரது ஆய்வு (Pasteur's Work): அறிவியல் வரலாற்றில் அழிக்க முடியாததொரு, மறக்க முடியாததொரு சிறப்பிடம் லூயி பாஸ்டியருக்கு (Louis Pasteur, 1822 - 1895) உண்டு. இவரை உண்மையான பூஞ்சையியலறிஞர் என்று கூற முடியாது. இவருக்கு முன்னர் வாழ்ந்தவர்கள் காடியாதலும், அழுகுதலும் (putrefaction) அழிவுச் செயல் முறைகள் என்று எண்ணினர்கள். ஆனல், அச் செயல்கள் உயிரிச் செயல்கள் (not of death but of life) என்று நம்பினர். இவரது ஆராய்ச்சிகளின் விளைவு எல்லா அறிவியல் பகுதிகளிலும் ஊடுருவிப் பாய்ந்து, அறிவியல் வளர்ச்சிக்கு ஆக்கமும் ஊக்கமும் அளித்துள்ளது. இவர் அடிப்படையில் ஒரு வேதியியல் ஆராய்ச்சி நிபுணர் (chemist); ஒரே மாதிரியான வேதிப்பொருள்களுக்கு மாறுபட்ட இயற்பியல் பண்புகள் உள்ளன என நம்பினர். இவர்தாம் தற்கால ஸ்டிரியோவேதியியலுக்கு (stereo-chemistry) அடிகோலியவர்.

நுண்ணுயிரிகளால் காடியாவதன் அடிப்படை இயல்புகளைக் கண்டறிந்து, அதனல் அஸிடிக், பியூட்ரிக், லாக்டிக் (lactic) அமிலங்கள் எவ்வாறு உண்டாக்கப்படுகின்றன என்பதை ஆராய்ந்து அறிந்தார்; காடியாவதற்குக் காரணமான நுண்ணுயிரிகள் ஈஸ்ட்டும், பாக்டீரியாக்களும் என்றும், அவை ஆக்ஸிஜன் இன்றியே உயிர் வாழும் ஆற்றல் பெற்றவை என்றும் 1861ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார்; வளிமண்டலத்தில் (atmosphere) உள்ள உயிரினங்களே காடியாவதற்கும், அழுகுவதற்கும் காரணம் என்று நிரூபித்தார்; இவ்விதமான கண்டுபிடிப்புகளைச் செயல் முறைக்குக் கொண்டு வந்து பீர் (beer), ஒயின் (wine) போன்ற மதுபான வகைகளை (alcoholic drinks) பெரிய அளவில் தொழிற்சாலைகளில் தயாரிக்கும் முறையினைக் கண்டுபிடித்தார். நாய்க்கடிக்கு மருந்து கண்டுபிடித்தது, இவரது கண்டுபிடிப்புகளில் சிறப்பு வாய்ந்ததொன்றாகும். இவரது ஆராய்ச்சி முறைகளையும், வழிகளையும் இவருக்குப் பிறகு கோச், ஹான்சென் முதலியவர்கள் பின்பற்றினர்கள்.

ஒவ்வொரு தொற்றுநோயும் (infectitious disease) ஒரு குறிப்பிட்ட நுண்ணுயிரியினல் ஏற்படுகிறது என்று இவர் ஐயமற நிரூபித்ததனல், ஆண்டாண்டுக் காலமாக இருந்த பேய், பிசாசு போன்ற மூட நம்பிக்கைகள் அகன்றன.

பாஸ்டியரது புதுமையான கண்டுபிடிப்புகள் அக் கால அறிவியலறிஞர்களிடையேயும், பொதுமக்களிடையேயும் ஒரு புரட்சியையே உண்டுபண்ணின. ஆண்டாண்டுக் காலமாக உயிரிலிப் பிறப்புக் கொள்கையை (theory of abiogenesis) நம்பி வந்த மக்களுக்கு ஓர் உயிரினத்திலிருந்துதான் மற்றோர் உயிரினம் உண்டாகும் என்ற உயிரிப்பிறப்புக் கொள்கையைத் (theory of biogenesis) திடீரென ஒப்புக்கொள்ள முடியவில்லை.

மனிதனுக்கு வரும் தொற்றுநோய்களுக்கெல்லாம் பேய், பிசாசு, இறைவனின் சீற்றம் காரணம் என்றெல்லாம் எண்ணி நம்பி வந்த மக்களுக்குத் திடீரென்று அந் நோய்களுக்கெல்லாம் கண்ணுக்குத் தெரியாத நுண்ணுயிரிகளே காரணம் என்ற பாஸ்டியரின் கண்டுபிடிப்பு மருட்சியையும் பயத்தையும் அளித்தன.

பொதுமக்களின் நிலையே இங்ஙனம் இருந்தது என்றால், அறிவியலறிஞர்களிடையேயும் பாஸ்டியரது கண்டுபிடிப்புகள் செயல்முறைச் சோதனைகளால் நிரூபிக்கப்பட்டிருந்தாலும் உண்மைகளை உடனே ஒத்துக்கொள்ள அவர்களது பழமையைப் பேணும், மாறுதல் விரும்பாத (conservative) மனம் ஒத்துக் கொள்ளவில்லை. இதனால் அறிஞர்கள் பலர் கோபமும் கொந்தளிப்பும் கொண்டு, பாஸ்டியரது கண்டுபிடிப்புகளை எக்காள மிகுதியினால் ஏளனம் செய்யவும் முற்பட்டனர்.

குறிப்பாக, ஜெர்மானிய நாட்டு லைபிக் (Liebig) என்பவர் பாஸ்டியரது கண்டுபிடிப்புகளை மறுத்தார். இருவரும் பிரச்சினைகளை அணுகிய முறையில்தான் வேற்றுமையிருந்தது. லைபிக்கின் அறிவு, கொள்கையளவில் நின்றது; ஆனால் பாஸ்டியரது அறிவு பரிசோதனைகளின் அடிப்படையில் அமைந்திருந்தது. காடியாவதற்கு நுண்ணுயிரிகள் காரணம் என்றும், சரிவர மூடாமல் வைத்திருக்கும் திரவங்களில் (liquids) காற்றில் கலந்துள்ள நுண்ணுயிர்கள் நுழைந்துவிடும் என்ற உண்மையினையும் மற்றும் பல அறிஞர்கள் சோதனை செய்து ஒப்புக்கொண்டார்கள். காடியாதலின்போது ஈஸ்ட் செல்களில் உள்ள நொதித்தொகுதிகள் சர்க்கரையினை இதில் ஆல்கஹாலாகவும் (ethyl alcohol), கார்பன்டையாக்ஸைடாகவும் மாற்றுகின்றன.

பாஸ்டியரது காலத்திற்கு முன்னர் நிலவி வந்த உயிரிலிப் பிறப்புக்கொள்கையினை மறுத்து, உயிரிப்பிறப்புக் கொள்கையினை நிரூபித்தது 19ஆம் நூற்றாண்டின் மிகச்சிறந்த கண்டுபிடிப்பாகும். இக் கருத்தினைப் பௌச்செட் (Pouchet) என்பவர் மறுத்தார். இருவரையும் பாரிஸில் உள்ள அறிஞர் கழக முன்னிலையில் (Academic de

Sciences in Paris) பரிசோதனைகள் செய்து காட்டி, தம்தம் கொள்கையினை நிலைநாட்டும்படி சொன்னார்கள். அப்போது பாஸ்டியர் அறிஞர்களது முன்னிலையில் தம் உயிரிப்பிறப்புக் கொள்கையினை நிலைநாட்டினார்.

உயிரி வேதியியல் (Bio-chemistry): ஈஸ்ட் செல்களின் தொழிலியல் முக்கியத்துவத்தினை உணர்ந்த அறிஞர்கள், மேலும் மேலும் தொடர்ந்து ஆராய்ச்சிகளை நடத்தினார்கள். புக்னெர் (Buchner, 1897) என்பவர் ஈஸ்ட் செல்களை அரைத்து, அவற்றிலிருந்து காடியாவதற்குக் காரணமான சைமேஸ் (zymase) என்ற நொதியினைக் கண்டுபிடித்தார்; பிறகு இந்த சைமேஸ் என்னும் நொதி, தனி நொதி அல்லவென்றும், இது நான்கு வகையான நொதிகள் சேர்ந்த கூட்டுக்கலவை என்றும் கண்டுபிடித்தார்.

1858ஆம் ஆண்டிலேயே டிராம்ப் (Traube) என்பவர் உயிரினங்களிலிருந்து சுரக்கப்பட்ட நொதிகளே காடியாவதற்குக் காரணம் என்று கண்டுபிடித்தார். புக்னெர் என்பவரும், ஹான் (Hahn) என்பவரும் உயிரினங்களின் உதவியில்லாமல் காடியாக்கும் முறையைக் (cell free fermentation) கண்டுபிடித்தனர். 1899ஆம் ஆண்டில் ஈஸ்ட் செல்களில் மிகுந்த அழுத்தம் (pressure) கொடுத்து அவற்றிலிருந்து நொதிகளைப் புக்னெர் என்பவர் தனியாகப் பிரித்தெடுத்தார். இந்த நொதி மால்டோஸ் (maltose) போன்ற மானோசாக்கரைடுகளைக் (monosaccharides) காடியாக்குகிறது. காடியாக்கும் தன்மை குளோரோஃபார்ம் (chloroform), பென்ஸீன் (benzene), சோடியம் ஆர்செனேட் (sodium arsenate), வடிகட்டுதல் (filtration), சாராயத்தின்மூலம் வீழ்படிவு உண்டாக்குதல் (alcoholic precipitation) முதலியவற்றாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

குளுகோஸ் காடியாகும்போது, ஹெக்ஸோஸ் பாஸ்பாரிக் அமிலத்தின் உப்பு (salt of the hexose phosphoric acid) இணை நொதியாகச் (co-enzyme) செயல்படுகிறது என்று ஹார்டென் (Harden, 1906-1911) கண்டார். மாவுப்பொருள்களை (carbohydrates) ஈஸ்ட் செல்கள் பாஸ்ஃபாரிலேஷன் (phosphorylation) முறைப்படித் துகள்கள் ஆக்கினாலும், இம் மாறுதல்களை மற்றப் பொருள்களிலும் உண்டாக்க இயலும்.

ஜப்பான் நாட்டில் சேக் (Sake) என்ற மது காடியாவதற்கு ஆஸ்பர்ஜில்லஸ் ஒரிஸீ (Aspergillus oryzae) என்ற பூஞ்சையைப் பயன்படுத்துகின்றனர். இவ்விதப் பூஞ்சையிலிருந்து 'டாகடியா

டேஸ்' (takadiastase), பாலிஸைம் (polyzime) என்ற நொதிகளை வணிக ரீதியில் தயாரிக்கின்றனர்.

ஸிட்ரோமைஸிஸ் (citromyces) என்னும் பூஞ்சை கரும்புக் கரைசலில் இருந்து ஸிட்ரிக் அமிலம் (citric acid) உண்டுபண்ணு வதை வெமேர் (Wehmer, 1893) கண்டார். ஆஸ்பெர்ஜில்லஸ் நைஜர் (Aspergillus niger) என்னும் பூஞ்சை, இவ்விதமான அமிலத் தினை அதிக அளவில் உண்டாக்குகிறது. இங்கிலாந்து, பெல்ஜியம் (Belgium), ஐக்கிய அமெரிக்கா, ஜப்பான் போன்ற நாடுகள் ஸிட்ரிக் அமிலத்திற்கு எலுமிச்சம்பழத்தின் உதவியை நாடாமல் மேற்கண்ட முறையில் பூஞ்சையின் உதவியினால் ஸிட்ரிக் அமிலத் தைத் தயாரித்துக்கொள்ளுகின்றனர்.

மாவுப் பொருள்களிலிருந்து கொழுப்புப் பொருள்கள் (fats) பல பூஞ்சைகள் உண்டாக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன. முதல் உலகப்போர் (World War I) முடிந்தவுடன் ஜெர்மானிய நாட்டில் எண்டோமைஸீஸ் வெர்னலிஸ் (Endomyces vernalis) என்ற பூஞ்சை கொழுப்புத் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டது. பெனிஸில்லியம் ஜவானிகம் (Penicillium javanicum) என்ற பூஞ்சை கொழுப்புத் தயாரிப்பதில் சிறந்து விளங்குகிறது. இவ்விதமான பூஞ்சைகள், தக்க சூழ்நிலையில் தங்கள் பூஞ்சை உடல் எடையில் 40 சதவீதத்திற்குக் கொழுப்புப் பொருள் தயாரிக்கும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன.

B வைட்டமின் தொகுதிகள் (B-Vitamin Complex) ஈஸ்ட் செல்களில் மிகுதியாக அடங்கியுள்ளன. இதனால் ஈஸ்ட் செல்களி லிருந்து B வைட்டமின் தொகுதிகள் பெரும் அளவில் தயாரிக்கப் படுகின்றன.

எர்கஸ்டிரால் (ergosterol) என்னும் மருந்து மோல்டு பூஞ்சை களிலிருந்தும் (mould fungi), ஈஸ்ட்டுப் பூஞ்சைகளிலிருந்தும் தயா ரிக்கப்படுகின்றது. இந்த எர்கஸ்டிரால் என்பது D வைட்ட மினுக்கு முன்னோடியாகும் (precursor). எனவே, இவ்விதமான பூஞ்சைகளிலிருந்து D வைட்டமினும் தயாரிக்கிறார்கள்.

C வைட்டமின் அடங்கிய ஆஸ்கார்பிக் அமிலம் (ascorbic acid) நேரிடையாகப் பூஞ்சைகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படாவிடினும், அதையொத்த வேதி அமைப்புடைய (chemical structure) பொருள் களைச் சில வகையான பெனிஸில்லியம் (Penicillium) போன்ற பூஞ்சையினங்களிலிருந்து தயாரிக்கிறார்கள். நீல்சன் (Neilsen, 1930) என்பவர், ரைசோபஸ் சூய்னஸ் (Rhizopus suinus) அல்லது அப்ஸிடியா ரெஸிமோசா (Absidia racemosa) என்ற பூஞ்சைகளின் வளர்தளத்

திலிருந்து (substratum) ரைசோபின் (rhizopin) என்ற வளர்ச்சி ஊக்கிப் பொருள்களைத் (growth promoting substances) தனியாகப் பிரித்தெடுத்தனர். இது 3 இண்டோல் அஸிடிக் அமிலத்தின் தன்மையினை ஒத்துள்ளது. பின்னர் இது போன்ற பல பொருள்களை மற்றப் பூஞ்சையினங்களும் உண்டாக்குகின்றன என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டது.

லைக்கன்கள் (Lichens) : தாவர உலகில் லைக்கன்களின் இடம் குறித்த விவாதம் நெடுநாள் நிலைத்திருந்தது. இதற்குக் காரணம் அதன் உள்ளமைப்பியல் சரிவரத் தெரியாதது ஆகும். இவ் விவாதங்களுக்குரிய முடிவினை இறுதியாகப் பூஞ்சையியலறிஞர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். இக் கண்டுபிடிப்புகளுக்கும் எதிர்ப்புகள் இல்லாமலில்லை.

லைக்கன்களைப்பற்றிய முதல் வர்ணனையை ஃபிரைஸ் (Fries) என்பவர் தந்தார். 1852ஆம் ஆண்டில் துலஸ்னி என்பவர் லைக்கன்களில் பூஞ்சையிழைகளை ஒத்தவை காணப்படுகின்றன என்றும், லைக்கன்களின் இனப்பெருக்கு உறுப்புகளுக்கும், பூஞ்சைகளின் இனப்பெருக்கு உறுப்புகளுக்கும் ஏதோவொரு ஒற்றுமை உள்ளதென்றும் நம்பினர். இக் கண்டுபிடிப்பினைத் தொடர்ந்து அறிஞர் டி பாரியும், மற்றவர்களும் லைக்கன்களைப்பற்றி மேலும் ஆராய்ந்தனர். இவ்வாராய்ச்சிகளின் பயனாக, லைக்கன் என்பது பாசியும் பூஞ்சையும் ஒன்றாக இணைந்து வாழும் ஒரு கூட்டுயிரித் தாவரம் என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

லைக்கனில் காணப்பட்ட உருண்டை வடிவமான பாசி செல்கள், அதன் இனப்பெருக்கு உறுப்பு எனக் கருதப்பட்டது. ஷ்வெண்டனர் (Schwendener, 1868) பாசியும், பூஞ்சையும் லைக்கன் உடலத்தில் ஒரு கூட்டுயிர் வாழ்க்கையினை (symbiotic life) நடத்துகின்றன என்று கண்டுபிடித்தார். இஃது உயிரியல் உலகில் ஒரு புதுமைக் கருத்தாக விளங்கிற்று.

தகுந்த சூழ்நிலைகளில் லைக்கன்களிலிருந்து பாசி செல்களைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்து வளர்க்க முடியும் என்று பாரனெட்ஸ்கி (Baranetzky, 1867) நிருபித்தார். பாசிகளையும், பூஞ்சைகளையும் செயற்கை முறையில் இணைத்து லைக்கன்களை உண்டாக்க முடியும் என்று ரீஸ் (Rees, 1871), பார்னெட் (Barnet, 1873), ஸ்டால் (Stahl, 1877) முதலியவர்கள் நிருபித்தார்கள். எண்டோகார்பான் (Endocarpon) என்ற லைக்கனிலிருந்து எடுத்த ஸ்போர்களைப் பாசிகளுடன் கலக்கும்போதும், அல்லது அதே லைக்கனிலிருந்து எடுத்த கொனி

டியாக்களுடன் (conidia) கலக்கும்போதுக் இனப்பெருக்க உறுப்புகளான ஸ்பெர்மகோனியாக்களையும் (spermagonia), பெரிதீஸியாக்களையும் (perithecia) உண்டாக்குகின்றன என்றும் கண்டுபிடித்தார்கள். மீண்டும் ஆராய்ச்சிகளைத் தொடர்ந்து செய்ததில், லைக்கன் பூஞ்சைகள் ஆஸ்கோமைஸீட் தொகுப்பைச் சேர்ந்தவை என்றும், சில லைக்கன் பூஞ்சைகளே ஹிமெனோமைஸீட் (Hymenomycete) தொகுதியைச் சேர்ந்தவை என்றும் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது. லைக்கன்களில் உள்ள பூஞ்சை நிறை ஒட்டுண்ணியாகச் செயல்படுகிறதென்றும், அது தனது வளர்ச்சிக்குப் பாசியை முற்றிலும் சார்ந்திருக்கிறது என்றும், பாசிகள் இல்லாவிடில் பூஞ்சையின் வளர்ச்சி தடைபட்டு விடும் என்றும் கண்டுபிடித்தார்கள்.

வேரிப் பூஞ்சை(Mycorrhizal Fungus): பரிணாம மட்டத்தில் உயர்நிலையில் உள்ள தாவரங்களின் வேர்களிலும் தாவரங்களின் வேர்களும் பூஞ்சைகளும் இணைந்த ஒரு கூட்டுயிர் வாழ்க்கை நடைபெறுவது உயிரியல் தக அமைவின் இயல்பிற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும். சில வேர்களில் பூஞ்சை இழைகள் வேர்களின் வெளிப் பரப்பைச் சுற்றிலும் ' வெளிவேரிப் பூஞ்சைகளாகவும் (ectotrophic mycorrhizal fungi), சில தாவரங்களில் வேர்களின் உள்ளே உள்ள பாரென்கைமா செல்களில் உள்வேரிப் பூஞ்சைகளாகவும் (endotrophic mycorrhizal fungi) காணப்படும்.

வேரிப்பூஞ்சையின் உண்மையான இயல்புகளைக் கண்டுபிடிக்கக் காமியென்ஸ்கி (Kamienski, 1881) என்பவர் பச்சயம் அற்ற தாவரமாகிய (non-chlorophyllous plant) மானோட்ரோபா (Monotropa) பற்றி ஆராய்ந்தார்; இங்ஙனம் ஆராய்ந்ததில் இத் தாவரத்தில் உண்மையான வேர்கள் இல்லை என்றும், அதற்குப் பதிலாக வேரிப்பூஞ்சைகள் அமைந்திருந்து, வேரின் வேலைகளைச் செய்கின்றன என்றும் கண்டுபிடித்தார்; ஒட்டுண்ணிகளுக்கும் கூட்டுயிர் வாழ்க்கைக்கும் உள்ள வேறுபாட்டினை அறிந்திருந்தார்.

ஓக் (oak), பீச் (peach), கூம்புத் தாவரங்கள் (conifers) போன்ற தாவரங்களின் வேர்களில் காணும் பூஞ்சைகள்பற்றி ஃபிராங்க் என்பவர் ஆராய்ந்தார். இவர்தாம் மைகோரைஸா (mycorrhiza) என்ற சொல்லை முதன்முதலில் வேரிப்பூஞ்சைகளைக் குறிக்கப் பயன்படுத்தினார். வேர்களுடன் பூஞ்சைகள் இணைந்திருப்பது ஊட்டப் பொருள்களை உறிஞ்சுவதற்கும், மண்ணிலிருந்து மட்கையும் (humus), அங்ககக் கூட்டுப்பொருள்களையும் (organic compounds), நீரையும் உறிஞ்சிக்கொள்வதற்கும் பயன்படுகின்றன

எனக் கண்டார். இவர் ஆர்க்கிட்டுகளின் வேர்களினுள் உள்ள பூஞ்சைகளையும், அவற்றிற்கும் வேரின் செல்களுக்கும் உள்ள உறவினையும் ஆராய்ந்தார்; வேர்களில் பூஞ்சைகள் இணைந்த தாவரம், அங்ஙனம் பூஞ்சைகளில்லாத வேர்களுடைய தாவரங்களை விட அதிக நாட்கள் உயிர் வாழ்கின்றன எனக் கண்டார். ஸ்டால் (1900) வேரிப்பூஞ்சைகளின் செடலியல் தன்மைகளை ஆராய்ந்து வெளியிட்டார். நிலத்தில் உள்ள ஊட்டப் பொருள்களை வேரிப் பூஞ்சைகளுடன் கூடிய வேர்கள் விரைவில் உறிஞ்சுகின்றன; வேரிப்பூஞ்சைகளினால் தாவரங்கள் நன்மை அடைகின்றன.

வேரிப்பூஞ்சைகளைப்பற்றி ஆராய்ந்தவர்களுள் கல்லார்டு (Gallard) முக்கியமானவர். உள்வேரிப்பூஞ்சை இழைகள், பாரென்கைமா செல்களினுள் கிளைகளுடன்கூடிய ஆர்பஸ்கூல்களை (arbuscules) உண்டாக்குகின்றன என்று இவர் கண்டுபிடித்தார். இறுதியில் வேரிப்பூஞ்சைகள் பாரென்கைமா செல்களினால் செரிக்கப்பட்டு விடுகின்றன. உள்வேரிப்பூஞ்சைகள், தங்கள் உறிஞ்சு உறுப்புகளினால் பாரென்கைமா செல்களில் உள்ள ஊட்டப் பொருள்களை எடுத்துக்கொள்கின்றன. இதனால் இவற்றை உள் மட்குண்ணிகள் (internal saprophytes) என்று கல்லார்டு கருதுகிறார்.

உள்வேரிப்பூஞ்சையில் உள்ள இழைகளின் வளர்ச்சிக்கும், வேர் செல்கள் செரித்தலுக்கும் ஒருவிதமான போட்டி ஏற்படு கிறது. இதனால் வேர்களில் உள்ள செல்கள் பூஞ்சை இழைகளின் வளர்ச்சியைத் தடுத்துத் தங்களைக் காத்துக்கொள்கின்றன. உண்மையான உயிரியல் கூட்டு வாழ்க்கை (true biological symbiosis) இதில் கிடையாது என்று கல்லார்டு கருதுகிறார்.

ஆர்க்கிட் விதைகள் முளைப்பதற்கு, அவற்றுள் வேரிப் பூஞ்சைகள் இருக்க வேண்டுவது அவசியம் என்று நோயெல் பெர்னார்டு (Noel Bernard, 1903) என்பவர் பரிசோதனைகள்மூலம் நிரூபித்தார்; நூலிழைப் போன்ற உள்வேரிப்பூஞ்சை பாரென் கைமா செல்களினுள் இருப்பதைக் கண்டார். இவ்வேரிப்பூஞ்சை களைத் தொடர்ச்சியாக வேர்களோடு இணையவிடாமல் தனியாக வளர்த்து வந்தால், மீண்டும் அவை வேருடன் இணைந்து பணி யாற்றும் ஆற்றலை இழந்து விடுகின்றன. ஆர்க்கிட் விதைகள் பூஞ்சையின் துணையின்றி முளைப்பதில்லை என்று கண்டுபிடித்தார்.

ரேய்னர் (Rayner, 1915) என்னும் பெண் அறிவியலறிஞர், கல்லூனா (calluna) என்ற தாவரத்தில் உள்வேரிப்பூஞ்சைகளைப் பற்றி ஆராயும்பொழுது, தாவர வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்த வேரிப்பூஞ்சை முக்கியமான உயிரியல் காரணி எனக் கண்டார். பூஞ்சை உடன் இருப்பதையும், வளர்ச்சி தேவையாகஇருப்பதையும்

கண்ட அவர், இத் தாவரத்தினை 'நிறைப் பூஞ்சை ஜீவி' (Obligate Mycotrophy) என்று குறிப்பிடுகிறார்.

வேரினுள் வாழ வரும் நுண்ணுயிரிகள், வேரின் பருமனை அதிகரிக்கச் செய்கின்றன என்று ஹெல்ரீகல் (Hellriegel) என்பவரும், வில்ஃபார்த் (Wilfarth) என்பவரும் பயிறுவகைத் தாவர வேர்களில் (leguminous roots) பாக்டீரியாக்கள் வேர் முண்டுகளை (root nodules) உண்டாக்குவதிலிருந்து அறிந்துகொண்டனர்.

மெலின் (Melin, 1917) என்பவர் கூம்புத் தாவரங்களிலும், மற்ற அகல இலைகளுடைய (broad leaved) மரங்களிலும் வேரிப் பூஞ்சைகளைப்பற்றி ஆராய்ந்தார். பைன் மரங்களின் (pine trees) வேரிப் பூஞ்சைகளது கிளைத்தல் முறை, திறம், உள்ளமைப்பு, பூஞ்சையின் வகை முதலானவை அங்குள்ள மட்காரணிகளைப் பொறுத்தது என்று மெலின் கண்டுபிடித்தார். இவர் ஸ்வீடன் நாட்டுக் காடுகளில் காணப்பட்ட பல மரங்களின் வேரிப் பூஞ்சைகளை இனம் கண்டுபிடித்தார். ஏனைய பல அறிஞர்கள் வேருக்கும், பூஞ்சைக்கும் உள்ள உறவைப்பற்றிச் சொல்லியிருந்த போதிலும், அறிஞர் மெலின் இவற்றிற்கிடையே உள்ள உறவு முறையை வளர்ப்பு முறையில் சோதனை செய்து நிரூபித்தார்; பைன் மரத்தில் காணும் குறுகிய இரண்டாகக் கிளைத்த வேர்களுக்குக் கேபெல் வேரிப்பூஞ்சை (cabel mycorrhiza) என்று பெயரிட்டார். கேபெல் வேரிப் பூஞ்சையின் தீவிரத்தையும் (virulence), தாக்குத்திறனையும் ஆராய்ந்தறிந்தார்.

வேரிப்பூஞ்சையில் இணைந்துள்ள வேரும், பூஞ்சையும் ஹார்மோன்கள் போன்ற வளர்வூக்கிப் பொருள்களை உண்டாக்குகின்றன என்று மெலின் கண்டார். பெர்ச் (Birch) போன்ற தாவரங்களில் வேரிப்பூஞ்சைக்கு பொலிடஸ் (Boletus) போன்ற பூஞ்சை காரணமாக உள்ளது.

வேரிப்பூஞ்சை நிலத்தில் உள்ள நைட்ரஜன் சத்துப் பொருள்களை உறிஞ்சும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளதால், இவற்றினுள் மரங்கள் நன்மை அடைகின்றன. இக் கண்டுபிடிப்பு மர வளர்ப்பில் (sylviculture) பயன்படுத்தப்படுகிறது. சில வகையான மரங்கள், சில வகைப்பட்ட மட்கு அமைந்த மண்ணில் நன்கு வளராமல் பட்டுப் போகின்றன. அங்குக் காணப்படும் மட்கை வேரிப்பூஞ்சைகள் வளருவதற்கேற்ற வகையில் மாற்றி அமைத்தால், மரங்கள் இயல்பான வளர்ச்சியைப் பெற்று நீண்ட நாள்கள் உயிருடன் வாழுகின்றன.

நாற்றுகளில் (seedlings) வேரிப்பூஞ்சையின் விளைவு எதுவுமில்லை என மக்ஆர்ட்ல் (McArdle, 1932) கண்டுபிடித்தார். ஸ்காட்ஸ்பைன் (scotspine), கார்சிகன் பைன் (corsican pine) போன்ற மரங்களின் முதலாண்டு வளர்ச்சியில் அவற்றுடன் குறிப்பிட்ட வேரிப்பூஞ்சை உடனிருப்பதால், நல்ல வளர்ச்சியைப் பெறுகின்றன என்று ரேய்னர் என்பவர் கூறுகிறார். பைன் நாற்றுகளில் வேருக்கும் வேரிப்பூஞ்சைக்கும் உள்ள உறவு, மட்காரணிகளினால் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றது என மெலின் என்பவர் கண்டார். ஃபிரிமான்ட் (Fremont) என்பவர், ஆரஞ்சு மரங்களில் உள்ள வேர்களில் காணும் வேரிப்பூஞ்சைகளின் இயல்பு, தன்மை, அவை வளரும் மண்ணில் இடும் உரங்களைப் (fertilizers) பொறுத்தது என்று கண்டுபிடித்தார்.

விலங்குகளில் காணும் பூஞ்சை ஒட்டுண்ணிகள் (Fungi Parasitic on Animals): விலங்குகளில் ஆஸ்பெர்ஜில்லஸ் பூஞ்சை மைகோஸஸ் (mycosus) என்னும் நோயினை உண்டுபண்ணுகிறது. இவ் வகைப் பூஞ்சைகள் மிக உயர்ந்த வெப்ப நிலையில் வாழுகின்றன. விலங்குகளில் வாழும் ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சைகளைப் பற்றிச் சபோராடு (Sabouraud, 1910) என்பவர் ஆராய்ச்சிகளைச் செய்தார்.

லாங்கென்பெக் (Langenbeck, 1839), க்ருபி (Gruby, 1842), வர்ஷோவ் (Virchow, 1856) போன்ற அறிஞர்கள் பூஞ்சைகளினால் விலங்குகளுக்கு ஏற்படும் பல நோய்களையும் ஆராய்ந்தார்கள். மனிதனின் சாற்றுக்குழாய் நோயிற்குக் (pulmonary infection in man) காக்ஸிடியோமைஸீஸ் இம்மிடிஸ் (coccidiomyces immitis) என்னும் பூஞ்சை காரணம் என்று ரிக்ஸ்ஃபோர்டு (Rixford, 1894) கண்டுபிடித்தார். இப் பூஞ்சை மண்ணிலிருந்தும், தாவரங்களிலிருந்தும், கொல்லப்பட்ட விலங்குகளிலிருந்தும் தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்பட்டது.

கால்நடை விலங்குகளில் (cattle) காணும் தாடை வீங்கி (lumpy-jaw) என்னும் நோயிற்கு ஆக்டினோமைஸீஸ் போவிஸ் (Actinomyces bovis) என்னும் பூஞ்சை காரணமாக உள்ளது.

அகாரியோன் ஷுன்லீனிய் (Acharion schoenleinii) என்னும் பூஞ்சை ஃபாவஸ் (Favus) என்னும் தோல் நோயிற்குக் காரணமாயுள்ளது. இந் நோய் உருஷியா, ஐரோப்பா, ஆசியா போன்ற நாடுகளில் மட்டுமே காணப்படுகின்றது; புதிய உலகம் என்று சொல்லப்படும் வட, தென் அமெரிக்காக் கண்டங்களில் காணப்படுவதில்லை.

டிரைக்கோஃபைட்டான் ஜிப்சியம் (Trichophyton gypseum), டி. இன்டெர்டிஜிடேல் (T. interdigitale) என்ற பூஞ்சையினங்கள்,

மனிதனின் தோலில் வெடிப்புகளை உண்டாக்கி, 'படர்தாமரை' (ringworm) என்ற நோயினை உண்டாக்குகின்றன.

மொனிலியா ஆல்பிகன்ஸ் (Monilia albicans) என்னும் பூஞ்சை, 'திரஷ்' (thrush) என்னும் சரும நோயை உண்டாக்குகிறதென்று ராபின் (Robin, 1843) கண்டுபிடித்தார்.

பூஞ்சையியல் கலைக்களஞ்சியத் தொகுப்புப் பணி (The Encyclopaedic Works on Mycology) : பூஞ்சைகளைப்பற்றிய ஆராய்ச்சிகளும், கண்டுபிடிப்புகளும் அதிகமாக ஆக, அவற்றைத் தொகுத்து வகைபாடு செய்வது அவசியமாகிறது. பூஞ்சைகளைப்பற்றிய ஆராய்ச்சிகள், வெளியீடுகள் அனைத்தையும் ஆராய்ந்து, தேவையான விஷயங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து, பொருத்தமான இடத்தில் கோவையாக அமைத்து, மக்கள் முன்னிலையில் வைப்பது என்பது சாதாரணமான காரியமல்ல. எனவே, இத்தகைய வேலைகளில் மிகச் சிலரே ஈடுபட்டனர்.

பி. ஏ. சக்கார்டோ (P. A. Saccardo, 1892-1906) என்பவர் பூஞ்சைகளை வகைபடுத்தும் முயற்சியில் 'ஸில்லோஜ் ஃபங்கோரம் ஆம்னியம் ஹுகுஸ்க் காக்னிடோரம்' (Sylloge Fungorum Omnium Hucusque Cognitorum) என்ற நூலினை 18 தொகுதிகளாக (volumes) வெளியிட்டார். இவை இலத்தீன் மொழியில் எழுதப் பட்ட மிகச் சிறந்த நூல்கள் எனக் கருதப்படுகின்றன.

டபுள்யூ. ஜி. ஃபார்லோ (W. G. Farlow) என்பவர் ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளில் கண்ட ஒட்டுண்ணிப்பூஞ்சைகளை, அவற்றின் ஓம்புயிரிகளுக்குத் தக்க முறையில் வகைபாடு செய்து, ஓர் ஓம்புயிரி அட்டவணையை (A. Provisional Host Index, 1888-1891) ஒரு நூலில் வெளியிட்டார். செய்முர் (Seymur) என்பவர் இந் நூலினை விரிவுபடுத்தி, 1929ஆம் ஆண்டில் வெளியிட்டார்.

ஸி. ஏ. ஜே. ஏ. ஒட்மேன்ஸ் (C.A.J.A Oudemans) என்பவரும், ஜே. டபுள்யூ. மால் (J. W. Moll) என்பவரும் ஐரோப்பாவில் உள்ள ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சைகளை அவற்றின் ஓம்புயிரிகளுக்குத் தகுந்தவாறு வகைபாடு செய்து, 5 தொகுதிகளாக வெளியிட் டனர். மற்றும் எங்க்ளர், பிராண்ட்ல் (Engler and Prantle) என்பவர் களும், ராபென்ஹார்ஸ்ட் (Robenhorst) என்பவரும் பூஞ்சை களைப்பற்றிய நூல்களை எழுதி வெளியிட்டார்கள். அறிஞர் ஆ, பாரி பூஞ்சைகள், பாக்டீரியாக்கள், மைஸிடோசோவா

(Mycetozoa) போன்றவற்றைப்பற்றியும், டபிள்யு ஜாஃப் (W. Zopf) என்பவர், மற்ற அறிஞர்களுடைய கண்டுபிடிப்புகளைத் தொகுத்தும் நூல்களாக வெளியிட்டார். லஃபார் (Lafar) என்பவர் நுண்ணுயிரிகளின் செயலைப்பற்றிய நூலை வெளியிட்டனர். இந்நூலில் தொழிற்சாலைகளுக்குப் பயன்படும் பூஞ்சையினங்களைப் பற்றிக் கூறப்பட்டுள்ளது. இதனால் மருந்துகள், ரொட்டிகள், பால்பொருள்கள் தயாரிக்கும் தொழிற்சாலைகளுக்கு இந் நூல் பெரிதும் பயன்படுகின்றது.

16. தாவர நோயியல்

(Plant Pathology)

மனிதன் வேளாண்மை முறைகளை அறிந்து, பல பயிர்களையும் பயிரிட்டு வந்தபொழுது, பெரும்பான்மையான பயிர்கள் இயல்பான வளர்ச்சியையும், சில பயிர்கள் வளர்ச்சி குன்றி, அதனால் மகசூல் குறைந்து விடுவதையும் அறிந்திருந்தான். இத்தகைய மகசூல் குறைவு நோயுற்ற, வளர்ச்சி குன்றிய பயிர்களினால் ஏற்பட்டது என்று அவன் அறிந்துகொள்ளவில்லை. நோய்களைப் பற்றியும், அவை உண்டாகக் காரணமாயிருந்த நுண்ணுயிரிகள், சூழ்நிலைபற்றியும் போதுமான அறிவு பழங்காலத்து மக்களிடையே இருக்கவில்லை. அக் காலத்தில் நுண்ணோக்கியும், மற்ற அறிவியல் கருவிகளும், செயல் முறைகளும், ஆராய்ச்சிகளும் இல்லை. அக் காலத்தில் வாழ்ந்த அறிவியலறிஞர்களின் கண்டுபிடிப்புகள் மிகவும் சிறப்பானவையாக இல்லாவிடினும், அக் காலச் சூழ்நிலைகளுக்கேற்றவாறு அவை அமைந்திருந்தன. பிற்காலத்தில் நோய் உண்டாகச் சில நுண்ணுயிரிகளே காரணம் என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. எனவே, இவ்விதமான நுண்ணுயிரிகளையும், அவற்றின் நோயூக்கி முறைகளையும் (pathogenesis) ஆராய வேண்டியது அவசியமாகிறது.

தாவர நோயியல் வரலாறு: 'தாவர நோயியல்' என்னும் அறிவியல் 18ஆம் நூற்றாண்டிலேதான் ஆரம்பமாயிற்று. மேத்யூ டு டில்லெட் (Mathew Du Tillet) என்பவர் கோதுமையில் காணப்பட்ட பண்ட் (bunt) என்னும் நோயினைப்பற்றிச் செய்த ஆராய்ச்சி மிகப் பிரபலமாக விளங்கிற்று. விதைகளை வைரஸ் (virus) என்னும் நுண்ணுயிரிகள் தாக்குவதனால் இந் நோய் உண்டாகிறது என்று கண்டுபிடித்தார். இந் நோய் தாக்குமுறை, தடுப்பு இவற்றைப் பற்றி இவர் செய்த ஆராய்ச்சிகள், அந் நாளைய பிரான்சு நாட்டின் மன்னரான 15ஆவது லூயியைக் (Louis XV) கவர்ந்தது.

மன்னரது ஆணையின்பேரில் இவர் பல பரிசோதனைகளை மேற்கொண்டார். கோதுமையில் பன்ட் வெய்த்தடுப்பு முறைகள் அடங்கிய வெளியீடுகளை மக்களுக்கு விநியோகம் செய்யுமாறு மன்னரே கட்டளையிட்டார்.

ஸ்விட்ஜர்லாந்து (Switzerland) நாட்டைச் சேர்ந்த பெனிடிக்ட் பிரெவாஸ்ட் (Benedict Prevost 1755-1819), என்பவர் கோதுமையில் கண்ட பன்ட் நோய்பற்றிச் சிறப்பான பல ஆராய்ச்சிகளைச் செய்தார்; டில்லீஷியா டிரைடிஸி (Tilletia tritici) என்ற பூஞ்சையின் ஸ்போர்கள் காற்றிலும், நீரிலும் முளைப்பதைப்பற்றிச் சரியான முறையில் விவரித்தார். மயில்துத்தத்தை (copper sulphate) ஒன்றில் 10,000 செறிவுள்ள (concentration) கரைசலில் தெளித்தால், பன்ட் நோயுக்கிப் பூஞ்சையின் ஸ்போர்கள் (spores of pathogenic fungus) இறந்துவிடுகின்றன என்றும், இக் கரைசலினால் விதைகளுக்கு எந்தவிதமான ஊறும் உண்டாவதில்லை என்றும் கண்டுபிடித்தார்.

கோதுமைப்பயிரில் காணும் துருநோயிற்கும், பார்பெர்ரித் (Berberry) தாவரத்திற்கும் தொடர்பு இருக்கிறதா இல்லையா என்ற விவாதம் அறிவியலறிஞர்களிடையே பல காலம் இருந்தது. தாமஸ் ஆண்ட்ரு நைட் (Thomas Andrew Knight, 1804) என்பவர் பார்பெர்ரி இலையிலிருந்து எடுத்த ஸ்போர்களைக் கொண்டு, கோதுமை இலைகளில் துருநோயினை உண்டாக்கிச் சோதனைகள் செய்தார். பீச் மரத்தில் காணும் ‘இலைச் சுருள் நோயும்’ (leaf curl disease), ‘சிவப்புச்சிலந்திக் காயம்’ (red spider injury) என்ற நோயும், முன் வசந்த காலத்தில் (early spring) சுண்ணாம்பும் கந்தகமும் (sulphur) கலந்த கரைசலைத் தெளித்ததனால் நீங்கி விடுகின்றன என்று முதன்முதலில் அறிந்தார்.

ஜான் ராபெர்ட்சன் (John Robertson) என்பவர் பீச் மரத்தில் காணப்படும் பவுடரி மில்ட்யூ என்னும் நோயிற்குச் சோப்புக் கரைசலுடன் கந்தகம் கலந்து தெளித்தால் நீங்கும் என்று கண்டுபிடித்தார்.

நோயுற்ற தாவரங்களில் காணப்படும் வெடிப்புகளை (eruptions) எக்ஸாந்திமா (exanthema) என்று எஃப். உங்கெர் (F. Unger) என்பவர் கூறுகிறார். நோயினால் பூஞ்சைகள் உண்டாகின்றன என்பது இவர் கொண்ட கொள்கையாகும். நோயினால் தாவரத்தில் ஏற்படும் உறைசாறே (congealed sap) நூலிழைகள் போலக் காணப்படுகின்றன என்ற பழங்காலக் கருத்தினையே இவர் கொண்டிருந்தார்; இயல்பிற்குப் புறம்பான கால நிலையிலும், நீர்

அளவிலும் உண்டான 'ஊட்டச் சமநிலையின்மையே' (nutritive imbalance) நோய் உண்டாவதற்குரிய காரணம் என்று கருதினர்.

தாவர நோயியலுக்கு அறிவியல் அடிப்படையிலான விளக்கத்தினைத் தந்தவர் அறிஞர் டி பாரி ஆவர். இவருக்கு முன்னர் வாழ்ந்த பலர் நோயினையும், நோயூக்கிகளையும் சரிவர அறிந்து கொள்ளாமல் கொண்ட குழப்ப நிலையை டி பாரி முதன்முதலில் தெளிவுபடுத்தினார். குறிப்பிட்ட நோயிற்குக் குறிப்பிட்ட நோயூக்கிகளே (palthogens) காரணம் என்ற உண்மையினைக் கண்டுபிடித்தார்.

துலஸ்னி சகோதரர்கள் ஸ்மட் (smut) என்ற நோய் பற்றியும், எர்கட் (ergot) பற்றியும் ஆராய்ந்து அறிந்த உண்மைகள், தாவர நோயியல் அறிவிற்கு வளமூட்டின.

ஜூலியஸ் குன் (Julius Kuhn, *1825 - 1910*), அறிஞர் டி. பாரி செய்த ஆராய்ச்சிகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு நோயியல் பற்றியும், நோயுண்டாக்கும் உயிரினங்களைப்பற்றியும் ஆராய்ச்சி செய்தார். காலநிலை, மட்காரணிகள் இவற்றின் மாறுதல்களாலும் நோய் உண்டாகலாம் என்று இவர் கண்டுபிடித்தார்.

19ஆம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் பிரான்சு நாட்டைச் சேர்ந்த எடார்டு பிரில்லிக்ஸ் (Edaurd Prillieux, *1829 - 1915*) என்பவர் முதன்முதலில் பிரான்சு நாட்டில் ஏற்பட்ட நோயியல் ஆய்வுக்கூடத்தில் (Laboratory for Plant Pathology) முதல் இயக்குநராக (Director) இருந்து, பல நோயியல் ஆராய்ச்சிகளுக்கு வழி காட்டி வந்தார்.

திராட்சையில் (vitis vinifera) கண்ட ஃபில்லாக்ஸீரா (Phyllaxera) என்ற நோயிற்குப் பிளாஸ்மோஃபோரா விடிகோலா (Plasmophora viticola) என்னும் பூஞ்சை காரணம் என்று அலெக்ஸிஸ் மிலார்டெட் (Alexis Milardet, *1838 - 1902*) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். மில்டியூ நோய்பற்றியும் இவர் ஆராய்ந்து, அதைத் தடுப்பதற்காகச் சுண்ணாம்புக் கந்தகம் என்ற பூஞ்சைகொல்லியைப் (fungicide) பயன்படுத்தலாம் என்றும் கண்டுபிடித்தார்.

உருஷிய நாட்டு அறிஞரான எம். எஸ். வொரோனின் அறிஞர் டி பாரியின் மேற்பார்வையில் நோயியல்பற்றி ஆராய்ச்சிகளைச் செய்து, முட்டைக்கோஸில் காணும் தடித்த வேர் நோயிற்குப் பிளாஸ்மோடியோஃபோரா என்னும் பூஞ்சை காரணம் என்று கண்டு பிடித்தார்.

ஸ்விடன் நாட்டில் தானியங்களில் காணும் நோய்கள்பற்றி ஜேகப் எரிக்சன் (Jacob Eriksson, 1848-1931) ஆராய்ந்தார். 1894ஆம் ஆண்டில் துருநோய் உண்டாக்கும் பூஞ்சைகளில் செயலியல் இனங்கள் இருப்பதை இவர் முதன்முதலில் கண்டார். இவர் 'மைகோபிளாசம் கொள்கை (Mycoplasm Theory) என்று ஒன்றினை உருவாக்கினர். இக் கொள்கையின்படி, நோயூக்கிப் பூஞ்சையின் புரோடோபிளாசம் சிறிது காலம் செல்சுவர்களற்ற 'பிளாஸ்மோடியம்' (Plasmodium) என்ற நிலையில் ஓம்புயிர்ச்செல்களில் (host cells) வாழ்கின்றது என்றும், பின்னர்த் தகுந்த சூழ் நிலையில் இந்த 'பிளாஸ்மோடியம்' நிலையில் உள்ள மைகோ பிளாசம் செல் இடைவெளிகளுக்கு நகர்ந்து, அதனைச் சுற்றிலும் செல்சுவர் வளர்ந்து, பிறகு பூஞ்சை உடலம் ஏற்படுகிறது என்றும் கருதினர். இப் புதிய கொள்கை பல நோயியல் அறிஞர்களைக் கவர்ந்தாலும், இக் கொள்கை இன்னும் நிலைநாட்டப்படவில்லை.

இத்தாலி நாட்டில் வாழ்ந்த பெரிலீஸ் (Berolese, 1864-1903), கோம்ஸ் (Comes, 1848-1917), சவாஸ்டானோ (Savastano, 1853), பெட்ரி (Petri, 1875) என்பவர்களும், ஜெர்மனி நாட்டில் வாழ்ந்த குன் (Kuhn), டி பாரி என்பவர்களுடன் ஃபிரான்கு என்பவரும், ஜப்பான் நாட்டு நோயியல் அறிஞரான கே. மியாப் (K. Miyabe, 1860) என்பவரும், ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டைச் சேர்ந்த எஃப். எல். ஸ்கிரிப்னெர் (F. L. Scribner) என்பவரும் தாவர நோயியல்பற்றிப் பல ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொண்டு, பலவிதமான ஆராய்ச்சிக் கட்டுரைகளை வெளியிட்டுத் தாவர நோயியலை வளர்த்தனர்.

காலிஃபோர்னியா வைன் நோய் (Californian wine disease) பற்றி, நியூடன் பி. பியர்ஸ் (Newton B. Pierce) என்பவர் ஆராய்ந்தார். வயாலா (Viala) என்பவரும், சவாகூ (Savageau) என்பவரும் மேற்கண்ட நோயினைப்பற்றி ஆராய்ந்து, அந் நோயிற்குப் பிளாஸ்மோடியோஃபோரா காலிஃபோர்னிகா (Plasmodiophora californica) என்ற பூஞ்சையே காரணம் எனக் கண்டுபிடித்தனர். இப் பூஞ்சை மிக்ஸோமைஸீட் தொகுதியைச் சேர்ந்தது.

20ஆம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டில் தாவர நோயியலுக்கான பல ஆய்வுக்கூடங்கள் ஏற்பட்டன. மின்னிசோடா (Minnesota), விஸ்கான்சின் (Wisconsin), கார்னெல் (Cornel) போன்ற பல்கலைக்கழகங்களில் பலவிதமான ஆராய்ச்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. அமெரிக்காவில் தாவர நோயியல் கழகம் (Phytopathological Society) என்ற அறிவியல் அறிஞர்களின் கழகம் ஏற்பட்டு, தாவர நோயியலில் உலகமெங்கும்

நடைபெறும் ஆராய்ச்சிகளை அனைவரும் பயன்படுத்தக்கூடிய வகையில் தெரிவித்திட, தாவர நோயியல் (Phytopathology) என்னும் வெளியீடு (Periodical) வெளியிடப்பட்டது.

காட்டு நோயியல் (Forest Pathology): காட்டு மரங்களில் காணும் நோய்களைப்பற்றி வில்காம் (Willkomm), ஹால்லியர் (Hallier), சோராரெர் (Soraurer), ஃபிராங்க் முதலியவர்கள் பல ஆராய்ச்சிகளைச் செய்து, பல ஆய்வுக் கட்டுரைகளை வெளியிட்டுள்ளார்கள்.

வில்காம் என்பவர் காட்டு மரங்களில் காணும் சிவப்பு அழுகல் நோய் (red rot) வெள்ளை அழுகல் நோய் (white rot)ஆகிய நோய்கள் பற்றியும் ஆராய்ந்தார். ராபெர்ட் ஹார்டிக் (Robert Hartig, 1839-1901) என்பவர் காட்டு மரங்களின் நோய்களுக்குக் காரணமான உயிரினங்களைப்பற்றியும், அவை எவ்வாறு மரங்களைச் சிதைத்து (disintegration) அழிக்கின்றன என்பதைப்பற்றியும் அறிவியல் முறைப்படி ஆராய்ந்தார். ஒவ்வொரு மரத்திலும் ஒவ்வொரு பூஞ்சை ஒவ்வொரு விதமான செயலினைச் செய்வதால், இனப் பெருக்கு உறுப்புகளின் உதவியின்றி, மரக்கட்டையினை ஆராய்ந்தே எந்த விதமான பூஞ்சை நோயுண்டாக்கியது என்று அறிந்து கொள்ளலாம். இவர் நோயூக்கிப் பூஞ்சைகளினால் மரங்களில் ஏற்படும் கெடுதிகளையும், காயங்களையும் (wounds) விளக்கினார். காயங்களை ஆற்றுவதற்கும், புதிய திசுக்களை உண்டுபண்ணுவதற்கும் மரங்களில் உள்ள ரெஸின் வடிதல்கள் (resinous exudations), டான்னின் (tannin) போன்றவை உதவுகின்றன. மரங்களில் காணப்படும் வறண்ட அழுகல் நோயிற்கு (dry rot of timber) மெருலியஸ் லாக்ரிமான்ஸ் (merulius lacrymans) என்னும் பூஞ்சை காரணமாயுள்ளது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. வில்காம் செய்த ஆராய்ச்சிகளின் சிறப்பினால் மற்ற அறிஞர்களும் காட்டு நோயியல் ஆராய்ச்சியில் பங்கெடுத்துக்கொண்டார்கள்.

சைகமோர் (Sycamore) என்ற மரம் அழுகுதலுக்குக் காரணமான தொகுதிகளை இனம் கண்டு அவற்றைத் தனியாக புல்லெர் (Buller) என்பவர் பிரித்தெடுத்தார். ஹார்டிக்கின் மாணவரான டூபூஃப் (Tubeuf) என்பவர் தாவரங்களின் நோய்கள் (Diseases of Plants, 1897) என்ற நூலினை எழுதி வெளியிட்டார். ஈ. ரோஸ்ட்ரப் (E. Rostrup) என்பவர் காட்டுமரங்களின் நோய்நிலைகளைப்பற்றி ஆராய்ந்தார்.

1900ஆம் ஆண்டில் அட்கின்சன் (Atkinson), வான் ஷ்ரெங்க் (Von Schrenk), ஸ்பால்டிங் (Spaulding) ஆகிய அறிஞர்கள் காட்டு நோயியல்பற்றி ஆராய்ந்தார்கள். 1904ஆம் ஆண்டில் காஸ்டனியா டென்டேடா (castanea dentata) என்ற செஸ்ட்நட் (chestnut

மரத்தில் கொலை நோய் (chestnut blight) தோன்றி, பல இடங்களிலும் இந் நோய் பரவிற்று. 5 இலைத்தொகுதிகளுடைய பைன் மரங்களில் (5 needle pine trees) 'வெள்ளைப் பைன் பிளிஸ்டர் துரு' (white pine blister rust) என்ற நோய் உண்டாகியது. இந் நோய் ஆசியாவிலிருந்து ஐரோப்பாவிற்கு 1854ஆம் ஆண்டில் வந்தது; ஐரோப்பாவிலிருந்து 1898ஆம் ஆண்டில் ஐக்கிய அமெரிக்காவிற்குப் பரவிற்று. இந் நோய் உண்டாவதற்குக் 'குரோனர்ஷியம் ருபிகோலா' (cronartium rubicola) என்ற பூஞ்சை காரணமாக உள்ளது. இப் பூஞ்சையின் வாழ்க்கை வட்டத்தின் ஒரு பகுதி பைன் மரத்திலும், மற்றொரு பகுதி ரைப்ஸ் (ribes) என்ற தாவரத்திலும் அமைந்திருக்கும். எனவே, இப் பூஞ்சை ஈரில்லமுடைய பூஞ்சை அல்லது வேற்றில்லப்பூஞ்சை (heteroecious fungus) என்று சொல்லப்படும். இப் பூஞ்சையினால் உண்டாகும் நோயினைத் தடுப்பதற்குரிய வழிவகைகளை அரசினர் முன் நின்று முயற்சிகள் செய்து, நோய் பரவாவண்ணமும், நோய் வராமலிருக்கவும் வேண்டிய ஏற்பாடுகளைச் செய்தார்கள்.

பாக்டீரியா நோய்கள் (Bacterial Diseases) : 1884ஆம் ஆண்டில் அறிஞர் டி பாரி பாக்டீரியாக்களினால் உண்டாகும் நோய்களைப்பற்றித் தமது நூலில் குறிப்பிடுகிறார். அந் நாளில் பாக்டீரியாக்களின் அமைப்பு, வாழ்க்கை, செயலியல் தன்மைகள்பற்றிப் போதுமான அறிவு இல்லாததனால் அறிவியலறிஞர்கள் பாக்டீரியா நோய்களைப்பற்றி அதிகக் கவனம் செலுத்தவில்லை. மற்றும் நோயூக்கிப் பாக்டீரியாக்களைப் பிரித்தெடுப்பது மிகவும் சிரமமாயிருந்ததனால், இவற்றினால் உண்டாகும் நோய்களைச் சரிவர அறிந்துகொள்ளவில்லை.

1878ஆம் ஆண்டில் இல்லினாய்ப் பல்கலைக்கழகத்தில்(University of Illinois) தாவரவியல் பேராசிரியராக இருந்த டி. ஜே. புர்ரில் (T. J. Burill) என்பவர், முதன் முதலில் ஆப்பிள் (Pyrus malus), பேரிக்காய் (P. communis) மரங்களில் காணப்படும் காம்புக் கொலை நோயினைக் (twig blight) கண்டுபிடித்தார். இந் நோயிற்குக் காரணமாக அமைந்தது 'பாஸில்லஸ் அமைலோவோரஸ்' (Bacillus amylovorus) என்னும் பாக்டீரியாவாகும். பின்னர் ஆர்தர் (Arthur) என்பவரும், வைட் (Waite) என்பவரும் திருந்திய முறையில் ஆய்வுகள் நடத்தி, புர்ரில் என்பவர் கண்டுபிடித்ததை உறுதிப் படுத்தினார்கள்.

ஆம்ஸ்டர்டாமைச் சேர்ந்த (Amsterdam) ஜே. எச். வாக்கெர் (J. H. Wakker) என்பவர் ஹையாசிந்த் (Hyacinth) செடிகளில் காணப்பட்ட மஞ்சள் நோயிற்குக் (yellow disease) காரணமாக உள்ளது 'பாஸில்லஸ் ஹயாசிந்தி' (Bacillus hyacinthi) என்ற

பாக்டீரியா என்று கண்டுபிடித்தார். இந்த பாக்டீரியா தாவரங்களின் கடத்துத்திசுவிலும் (conducting tissue), நார்த் திசுவிலும் (fibres) வாழ்ந்து, மிகவும் மெதுவாகப் பரவுகிறது. இந்த நோயினால் ஒப்புயிரித் தாவரம் அழிந்து போவதில்லை.

அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் வெள்ளரிகளில் காணும் 'வாடல் நோயிற்கு' (wilt disease) 'பாஸில்லஸ் டிராக்கிஃபைலஸ்' (Bacillus tracheiphilous) என்னும் பாக்டீரியா காரணமாகும் எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இவ்வகைப் பாக்டீரியா குகர்பிடேசீக் குடும்பத்தைச் (Cucurbitaceae Family) சேர்ந்த தாவரங்களின் சாற்றுக்குழாய்த் திசுக்களில் வளர்ந்து, ஒரு வெண்மையான களி போன்ற (viscid) பொருளை உண்டாக்குகிறது. இப் பொருள் ஒப்புயிரித் தாவரத்தில் இயல்பாக நடைபெறும் உணவுப்பொருள் இடப்பெயர்ச்சியைத் (translocation) தடை செய்வதனால், ஒப்புயிரித் தாவரம் வாடிவிடுகிறது. இந்த நோயூக்கிப் பாக்டீரியா (Pathogenic bacterium) 'டயாபிராடிகா விட்டேடா' (Diabrotica vittata) என்னும் பூச்சிகளால் பரவுகின்றன.



படம் 28. குகும்பரில் (cucumber) பாக்டீரிய வாடல்நோய்

வால்நட் மரங்களில் (Juglans regia) ஏற்பட்ட கொள்ளை நோயிற்கு, 'சூடோமோனாஸ் ஜக்லாண்டிஸ்' (Pseudomonas juglandis)

என்ற பாக்டீரியா காரணமாக உள்ளதென நியூடன் பி. பியர்ஸ் (Newton B. Pierce, 1893) கண்டுபிடித்தார். இத்தாலி நாட்டைச் சேர்ந்த எல். சவாஸ்டானோ (L. Savastano) ஆலிவ் மரங்களில் காணப்படும் மூண்டுகளுக்கு (Olive galls) 'சூடோமோனாஸ் ஒலீ' (Pseudomonas oleae) என்னும் பாக்டீரியா காரணமாயுள்ளது என்று கண்டுபிடித்தார். ஈ. எஃப். ஸ்மித் (E. F. Smith), ஸி. ஓ. டவுன்சென்ட் (C. O. Townsend) என்பவர்கள் மரங்களில் காணும் 'முடி முண்டுகள்' (crown galls) என்னும் நோய் 'சூடோமோனாஸ்' என்னும் பாக்டீரியாவினால் ஏற்பட்டது என்று கண்டுபிடித்தார்கள். இத்தகைய நுண்ணுயிரியான பாக்டீரியாக்கள் இளம் திசுக்களில் 'உயர்திசுப் பெருக்கத்தை' (hypertrophies) உண்டுபண்ணுகின்றன. இவ்விதமான முடி முண்டுகள் சவாஸ்டானோ என்பவர் ஆலிவ் இலைகளில் கண்ட முண்டுகளை ஒத்துள்ளன. செல் உயர்ப்பெருக்கத்திற்களான வளர்வூக்கிப்பொருள்களான இண்டோல் அஸிடிக் அமிலம் 'சூடோமோனாஸ் டுமிஃபேசியன்ஸிஸ்' (Pseudomonas tumefaciensis) என்ற பாக்டீரியா உண்டாக்குகிறதென்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. பாக்டீரியாவினால் தாவரங்களுக்கு ஏற்படும் இந் நோய், மனிதனின் புற்றுநோயை (cancer) ஒத்துள்ளது.

ஆர்தர் (Arthur), கோல்டன் (Golden) என்ற இருவரும் பீட்ருட்டில் (Beta vulgaris) காணும் பாக்டீரியா நோயினைக் (1892) கண்டுபிடித்தனர். முட்டைக்கோஸின் கறுப்பு அழுகல் நோய்பற்றி (black rot of cabbage) அமெரிக்காவிலும் ஹாலந்திலும் தனித் தனியாக ஆராய்ச்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. அமெரிக்காவில் இந் நோய்பற்றிப் பாம்மெல் (Pammel), ரஸ்ஸெல் (Russel), ஈ. எஃப். ஸ்மித் என்பவரும் ஆராய்ந்தனர். ஹாலந்தில் இந் நோய்பற்றி வான் ஹால் (Van Hall) என்பவர் ஆராய்ந்தார்.

1903ஆம் ஆண்டில் பெர்லினில் வாழ்ந்த ஓ. அப்பெல் (O. Appel) என்பவர் உருளைக்கிழங்கில் காணப்படும் 'கறுப்புக் கால்' (black leg) என்னும் தீவிரமான நோயிற்கு, 'பாஸில்லஸ் ஃபைடோஃப்தோரஸ்' (Bacillus phytophthorus) என்னும் பாக்டீரியா காரணமாக உள்ளது என்று கண்டுபிடித்தார். இந் நோய் உருளைக்கிழங்குச் செடியின் தண்டுகளிலும், கிழங்குகளிலும் காணப்படுகிறது. ஐரோப்பாவிலும், அமெரிக்காவிலும் இந் நோய் காணப்படுகிறது.

'ஸிட்ரஸ் திட்டு நோய்' (citrus canker) என்பது 'ஃபைடோமோனாஸ் ஸிட்ரி' (Phytomonas citri) என்ற பாக்டீரியாவினால் உண்டாகிறது. இந் நோய் கீழ்த்திசை நாடுகளிலிருந்து (Orient)

அமெரிக்காவிற்கு 1911ஆம் ஆண்டில் பரவிற்று. ஆனால் இந் நோயைப்பற்றி 1913ஆம் ஆண்டில்தான் அறிந்தனர். இந் நோயினால் காம்பு, இலை, கனிகளில் நைவுப் புண்கள் (lesions) ஏற்படுகின்றன. இந் நோயினைத் தடுப்பதற்காகப் பல வழிகளைக் கையாண்டும் பயனில்லாமற்போயிற்று. இறுதியில் கொதிக்கும் எண்ணெயை மரங்களின்மேல் தூவினால், இந் நோய் அழிந்துவிடுகிறது எனக் கண்டுபிடித்தனர். ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளில் இந் நோயினால் சுமார் 40 இலட்சம் மரங்கள் பாதிக்கப்பட்டன. இந் நோய்த் தடுப்பிற்கென அரசாங்கம் 25 இலட்சம் டாலருக்குமேல் செலவு செய்தது.

நோய்த்தடுப்பும் நோய்விலக்கும் (Resistence and Immunity); ஒட்டுண்ணிகளைப்பற்றி ஆராயும்பொழுது, பெரும்பாலான தாவரங்கள் தங்களை நோய் அணுகாதவண்ணம் பாதுகாத்துக் கொள்ளுகின்றன என்று அறிகிறோம். அறிஞர் டி பாரிக்குமுன்பு வாழ்ந்தவர்கள், இவ்விதமாகிய நோய்த்தடுப்பு ஆற்றலைப்பற்றிச் சிந்திக்கவேயில்லை. டி பாரி தமது நுண்ணிய மதி நுட்பத்தினால் இப் பிரச்சினையைக் கீழ்க்காணும் முறைகளில் ஆராய்ந்தார்:

(a) ஓம்புயிரியில் ஒட்டுண்ணி தாக்கும் விதம்
(b) ஒட்டுண்ணி ஓம்புயிரியில் நுழைந்த பின் ஏற்படும் வளர்ச்சி
(c) ஒட்டுண்ணியினால் ஓம்புயிரியில் ஏற்படும் எதிர்ச்செயல்கள் (reactions)
(d) இரு கூட்டுயிரிகளின் செயல்களினால் ஏற்பட்ட விளைவுகள்

இவர் குறை ஒட்டுண்ணிகளின் (facultative parasite) வாழ்க்கையில் ஏற்பட்ட தடுப்பு அல்லது ஏற்கும் தன்மைக்குக் (susceptible) காரணமான காரணிகளை (factors) விளக்கினார். சில பூஞ்சைகளின் ஸ்போர்கள் ஓம்புயிரித் தாவரத்தின் தொடர்பு இருந்தால் தான் முளைக்கும். நிறை ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சைகள் சில, ஓம்புயிரியைப் பாதித்த இடத்திலேயே காணப்படும். சில நிறை ஒட்டுண்ணிகள் ஓம்புயிரியின் உள்ளே நுழைந்ததும் வளர்ச்சியடைந்து, நன்றாகப் பரவி விடுகின்றன. ஓம்புயிரி இளசாக இருக்கும்போது தான் (young) ஒட்டுண்ணி எளிதில் பாதித்துத் தாக்குகிறது. ஒட்டுண்ணி பாதிக்காத அளவிற்கு ஓம்புயிரியின் பிறப்பு உறவுள்ள திறமைக்குத் (congenital ability) தடுப்பு (resistence) என்று பெயர். தடுப்பு என்பது ஓம்புயிரியின் புற அமைப்பியல் செல்லியல், மரபியல், செயலியல் தன்மைகளைக்கொண்டு ஆராயப்படல் வேண்டும்.

ஓம்புயிரிகளின் புறத்தோலில் அதிகமான கியூடின் படிவும் (cutinization), அதிகமான மெழுகும் (waxy) இருந்தாலும், தண்டில்

கார்க் செல்களை (cork cells) அதிகம் பெற்றிருந்தாலும் ஒட்டுண்ணி யினால் எளிதில் நோய் உண்டாக்க முடிவதில்லை. இக் கருத்தினைச் சாம்பின் - டிரௌஃபி (Sappin-Trouffy) என்பவர் ஏற்றுக்கொண் டார்.

பக்ஸீனியா கிராமினிஸின் பூஞ்சை உடலம் பச்சயம் அடங்கிய பாரன்கைமாத் திசுவினிடையே காணப்படும் என்றும், இந்த பூஞ்சை உடலம் பாரன்கைமாத் திசுவிற்குப் பதிலாகக் கோலன்கை மாத் திசுவாக (collenchymatous tissue) இருந்தால் வளருவதில்லை என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. பாரன்கைமாத்திசு, ஓம்புயிரித் தாவரத்தில் எந்த அளவிற்குப் பரவியுள்ளதோ அந்த அளவு வரை ஒட்டுண்ணிப்பூஞ்சையும் பரவிக் காணப்படுகிறது.

ஸ்பார்டினு (Spartina) என்ற தாவரத்தில் துருநோய் பரவுவது, அதன் உள்ளமைப்பியலைப் பொறுத்தது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட் டுள்ளது. கோதுமைப் பயிரில் பன்ட் என்னும் நோய் உண்டாக் கும் பூஞ்சையின் ஸ்போர்கள் பூவின் சூலகமுடியை அடைந்து, வளர்குழாய்மூலம் சூல்களை அடைகின்றன. சில வகையான கோதுமைகளின் பூக்களை குளூம் (glume) என்ற பூவடிச் செதில்கள் முற்றிலும் மூடிக்கொண்டிருப்பதனுல் பன்ட் நோய் தாக்குவ தில்லை.

உண்மையான நோய்த்தடுப்பு ஆற்றல், பாரம்பரியக்காரணி களைப் பொறுத்தது. நோய்த்தடுப்பு ஆற்றல் விஞ்சுதன்மை பெற்ற (dominant) மெண்டலியன் பண்புகளாகப் (mendelian traits) பாரம்பரியமாக வருகிறது. கான்ரெட் (kanred) என்னும் நோய்த்தடுப்பு வகைக் கோதுமையை மெல்ச்சர்ஸ் (Melchers) என்பவரும், பார்கர் (Parker) என்பவரும் கலவி செய்து பார்த்த பொழுது, பக்ஸீனியா கிராமினிஸின் சில செயலியல் இனங்கள் 3 தடுப்பு வகைகள்: 1 நோய் எளிதில் ஏற்கும் தன்மையுடைய தாவரங்கள் என்ற பாரம்பரியமாக வந்தது. இதேவிதமான முடிவினை ஹென்றி (Henry) என்பவர் 1926ஆம் ஆண்டில் சணல் செடியில் மெலாம்ப்சோரா லினி (Melampsora lini) என்ற பூஞ்சை விஞ்சுதன்மை பெற்று, 3 : 1 என்ற விகிதத்தில் பாரம்பரிய மாக வருகிறது என்று கண்டுபிடித்தார். மெயின்ஸ் (Mains, 1926) என்பவர், பல வகையான துருநோய்த்தடுப்பு ஆற்றல் தனித்தனி யாகப் பாரம்பரியமாக வருகிறதென்று கண்டார்; துருநோய்ப் பூஞ்சையின் பல வகையான செயலியல் இனங்களுக்கும் (Physiological races) நோய்த்தடுப்பு ஆற்றல் தனித்தனிப் பாரம் பரியமாக வருகிறது எனக் கண்டார்.

ஆண்டரீனம் (Anterrhinum) என்ற பூவில் பக்ஸீனியா ஆண்டரீனி (Puccinia anterrhini) என்னும் பூஞ்சையின் தடுப்பாற்றலைப்பற்றி

ஆராயும்பொழுது, அது முதல் மகட்சந்ததி முழுவதும் (first filial generation) தடுப்பாற்றல் பெற்றதாக இருந்தன. கலப்புயிரிச் செடியைத் தன் மகரந்தச் சேர்க்கையுறச் செய்தபொழுது 3:1 என்ற விகிதத்தில் தடுப்பாற்றல் பெற்றதும், நோய் ஏற்கக்கூடியது மான செடிகள் கிடைத்தன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. சணல் (flax), தக்காளி, புகையிலை (Nicotiana tabacum) ஆகிய செடிகளின் தடுப்பாற்றல் மிகவும் சிக்கலான மரபியல் அடிப்படையானது என்றும், பட்டாணி போன்ற செடிகளின் தடுப்பாற்றலை ஒரு தனிப்பட்ட ஜீன் கட்டுப்படுத்துகிறது என்றும் வாக்கெர் (Walker) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்

நோய்த்தடுப்பிற்கும், நோய் ஏற்கும் தன்மைக்கும் (susceptibility) ஆன செயலியல் காரணங்களைப் பல காலமாக அறிந்துள்ள போதிலும், அவற்றைக் கண்டுபிடிப்பது சிரமம். தாவரங்களின் நோய் ஏற்கும் தன்மைக்கும், நோய் தாக்கும் தன்மைக்கும், ஒட்டுண்ணி உயிரிகள் பரவுற்றதற்கும், காலநிலை, பருவநிலை இவற்றிற்கும் நெருங்கிய தொடர்புகள் உள்ளன. 1845ஆம் ஆண்டில் அயர்லாந்து நாட்டில் (Ireland) உருளைக்கிழங்குக்குக் கொலை நோய் ஏற்பட்டு (potato blight), அதனால் மக்களுக்குப் போதிய உணவுப் பொருள் கிடைக்காமற்போய், ஒரு பெரிய பஞ்சம் ஏற்பட்டது. அதற்கு அந் நாளில் அங்கு நிலவிய கோடை இலையுதிர்காலக் காலநிலைகளே காரணம் என்று கருதப்படுகிறது.

ஒட்டுண்ணியின் தாக்கும் தன்மைக்கும், ஓம்புயிரியின் தடுப்பாற்றலைப் பாதிக்கும் உள், செயலியல் காரணிகளுக்கும் உள்ள உறவு முறையைப்பற்றி நாம் அறிவது மிகவும் கொஞ்சமே. நோய்த்தடுப்பின் இறுதியில் உள்ளது 'நோய் விலக்கு' என்று பட்லர் (Butler) கருதுகிறார். ரீட் (Reed) என்பவரும், கிரேபில் (Crabill) என்பவரும் ஆப்பிளில் ஒரு விதமான நோய் விலக்கும் தன்மையினைக் கண்டனர். ஓம்புயிரித் திசுக்கள் ஒட்டுண்ணியின் நுழைவிற்கு 'உயர் நுகர்வு' (hypersensity) கொண்டுள்ளதால், ஒட்டுண்ணி நுழைந்தவுடன் அதைச் சுற்றியுள்ள ஓம்புயிரிச் செல்கள் இறந்து விடுகின்றன. ஓம்புயிரியின் இறந்த செல்கள் என்ற தடை இருப்பதனால், நிறை ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சை உடலம் ஓம்புயிரியில் வளர்ச்சி அடைவதில்லை.

வெங்காயத்தில் (Allium cepa) 'கோலிடோடிரைக்கம் சர்சின்னியஸ்' (colletotrichum circinneus) என்ற பூஞ்சையின் தடுப்பாற்றலுக்குக் காரணம், வெங்காயத்தில் புரோடோகடாய்ச்சுக் (protocatachuic acid) என்ற அமிலமும், கேடிகால் (catechol) என்ற வேதிப்பொருளும் இருப்பதனால், ஒட்டுண்ணி

தாக்குவதில்லை என்று ஏஞ்ஜெல் (Angell), லிங்க் (Link), வாக்கெர் (Walker) முதலியவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள்.

ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சை ஓம்புயிரியில் நுழைந்ததும், ஓம்புயிரி ஃபீனல் சேர்மங்களை (Phenolic compound) உண்டாக்குவதனுல், இயல்பான நோய்விலக்கு ஏற்படுகிறதென்று டூஃப்ரெனுய் (Dufrenoy) என்பவர் கண்டார். ஃபினலிக் கூட்டுப் பொருள்களோ, ஓம்புயிரியின் எதிர்ச்செயல்களோ நோயூக்கியின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. ஊசியிலை மரங்களில் சுரக்கும் ரெஸின் கழிவுப் பொருள்கள் ஒட்டுண்ணிகளைத் தடுக்கின்றன. ஒட்டுண்ணியின் தூண்டுதலினுலும், சில பாதுகாப்புப் பொருள்களைச் சுரத்தலினுலும் ஓம்புயிரித்தாவரம் நோய்த்தாக்குதலினின்று எதிர்த்து நிற்கும் ஆற்றலைப் பெறுகின்றது என்றும், இதற்கும் நோய்விலக்கு (immunity) என்ற சொல்லினைப் பயன்படுத்த வேண்டும் என்றும் காமன் (Gauman, 1929) என்பவர் கூறுகிருர்.

ஜிப்ரெல்லா (Gibrella) என்னும் பூஞ்சை ஓம்புயிரியை அதன் நாற்றுப்பருவத்தில் தாக்குவது அதற்குக் கிடைக்கும் மாவுப் பொருள்களைப் பொறுத்தது. கோதுமை நாற்றிற்குக் குறைந்த வெப்பநிலையில் மாவுப்பொருள் கிடைக்கிறது. மக்காச்சோள நாற்றிற்கு மாவுப்பொருள் அதிக வெப்பநிலையில் கிடைக்கிறது என்று டிக்சன் (Dickson, 1923) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

காலநிலை அனுகூலமாக இருந்தால் ஆப்பிள், பேரிக்காய் மரங்களில் வென்டூரியா (venturia) என்னும் ஒட்டுண்ணியினுல் ஏற்படும் பொறுக்கு நோய் (scale disease) ஆண்டிற்கொரு முறை அந்த தாவரங்களில் வரும். இத்தகைய மரங்களில் நோய் விலக்கு நிலத்தில் சில வகையான உரங்களைப் போட்டால் ஏற்படும் என்று கண்டுபிடித்துள்ளார்கள். துத்தநாக உப்புகள் (zinc salts) சிலவற்றை நிலத்தில் இட்டால், அவரைக்கொடியில் (Dolichos lab lab) நோய் விலக்கு ஏற்படும் என்று டி ஃபிலிபிஸ் (De Philippis, 1932) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். ஸ்ட்ராபெரிச் Fragaria vespa செடிக்குச் சில நுண்ணிய தனிமரங்களை (micro-elements) வளர் கரைசலில் இட்டு வளர்த்தால், பவுடரி மில்டியூ என்ற பூஞ்சைக்கு நோய்த்தடுப்பு ஏற்படும் என்று ஹோக்லாண்டு (Hoagland) என்பவரும், சிண்டெர் (Synder) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர்.

மேற்கூறியவற்ருல் நோய்த்தடுப்பு என்பது பாரம்பரியமாகவோ, தூண்டப்பட்டதாகவோ, முழுவதும் அல்லது குறைவாகவோ காணப்படும். தாவரங்களில் காணும் நோய்த்தடுப்பு ஆற்றல் அவற்றின் உள்ளமைப்பியல், செயலியல், வயது, நீர்ச் சமநிலை (water balance), வெப்பநிலை ஆகியவற்றை ஆதாரமாகக் கொண்டு ஏற்படும்.

17. பாக்டீரியாவியல்

(Bacteriology)

பாக்டீரியா என்பவை மிகச் சிறிய உயிரினங்கள். இவற்றை நுண்ணோக்கியின் உதவியிருந்தாலன்றிப் பார்க்க முடியாது. எனவே, பாக்டீரியா, ஈஸ்ட், மோல்டுப் பூஞ்சைகள் (mould fungi), வைரஸ் முதலியவற்றை நுண்ணுயிரிகள் (micro-organisms) என்கிறோம். இத்தகைய நுண்ணுயிரிகளைப்பற்றிப் படிக்கும் அறிவியலை நுண்-உயிரியல் (Micro-biology) என்று கூறுகிறார்கள்.

வரலாறு : மற்ற அறிவியல் துறைகளான தாவரவியல், விலங்கியலைப் போல, பாக்டீரியாவின் வரலாறு மிகப் பழைமையானதல்ல. பாக்டீரியாவின் வரலாறு 19ஆம் நூற்றாண்டிலிருந்து தொடங்கியது. பாக்டீரியாக்கள் மிகவும் சிறியவை ; பெரும்பாலானவை ; ஒரு செல்லுடையவை. எனவே, இவற்றின் அமைப்பினைத் தெளிவாகக் கண்டு ஆராய்வது மிகவும் சிரமமாயிருந்தது. இவ்வறிவியலின் வளர்ச்சிக்கு நான்கு காரணிகளைக் கூறலாம் :

1. பாக்டீரியா போன்ற மிகச்சிறிய உயிரினங்களையும் கண்டு ஆராயும் அளவிலான நுண்ணோக்கிகள் உருவாக்கப்பட்டன.

2. உயிரிலிப் பிறப்புக் கொள்கையும் (Theory of Abiogenesis) அதன் விளைவாக எழுந்த விவாதங்களும்.

3. காடியாதல், அழுகுதலுக்குரிய நுண்ணுயிரிக் கொள்கை (Germ Theory of Fermentation and Decay) உருவாகி வளர்ச்சியடைந்தது.

4. பாக்டீரியாவும் மற்ற நுண்ணுயிரிகளும் மனிதன், விலங்குகள், தாவரங்கள் முதலியவற்றில் நோயினை உண்டாக்குதல்.

நுண்ணோக்கி வளர்ச்சியும் பாக்டீரியாவியலும் : கிரேக்க நாட்டில் வாழ்ந்த தத்துவ ஞானிகள் பாக்டீரியாக்களைக் கண்ணுக்குப்

புலனாகாத மனித உடலில் பல்லாற்றானும் பெருகி நோயுண்டாக்கும் உயிரினங்கள் என்று கருதினார்கள். தொற்றுநோய் மக்களிடையே பரவுவதற்குக் காரணம், ஏதோவொரு நுண்ணுயிரி, ஒருவரிட மிருந்து மற்றொருவருக்குப் பரவுகிறது என்று கருதப்பட்டது. ஆனால், இக் கருத்தினைச் சோதனை செய்ய முடியவில்லை. ஆய்வுக் கூடமோ, சோதனைகளோ, அதற்கு வேண்டிய கருவிகளோ இல்லாததனால் மேற்கண்ட கூற்றுகளை ஆதரிக்கவோ, மறுக்கவோ முடியாமற்போயிற்று.

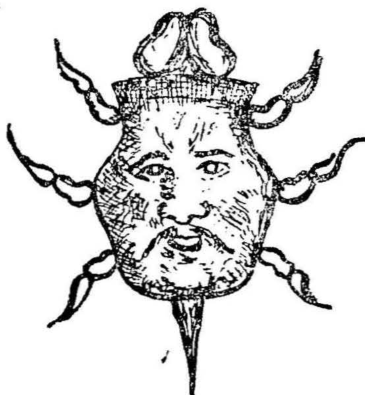
ஹாலந்து நாட்டில் வாழ்ந்த லியூவென்ஹாக்தாம் முதன் முதலில் நுண்ணுயிரிகளைப்பற்றிச் சரியான தகவலைத் தந்தார். அவர் கண்ணாடி வில்லைகளை (lenses) உண்டாக்குவதில் விருப்ப முடையவராக விளங்கினார்; இதன்மூலமாக எளிய நுண்ணோக்கிகளை உண்டாக்கினார்; இத்தகைய எளிய நுண்ணோக்கிகளில் பல பொருள்களை ஆராய்ந்து, அவற்றை 'அரசு தத்துவக்குழு, லண்டன்' (Royal Philosophical Society, London) என்ற கழகத்திற்கு வரை படங்களுடனும், விளக்கங்களுடனும் அனுப்பினார். இத்தகைய விளக்கங்களும், வரைபடங்களும் அக் கழக வெளியீடுகளில் வெளியிடப்பட்டன. இவர் நண்பரொருவருக்கு எழுதிய கடிதம் ஒன்றில், தாம் நுண்ணோக்கிகளைப் பரிசோதனை செய்து கொண்டிருந்தபொழுது சிறிய விலங்குகளைக் கண்டதாகவும், அவற்றுள் சில நீந்தும் ஆற்றலைப் பெற்றிருந்ததாகவும் குறிப்பிடு கிறார். இவரது விளக்கங்களும், வரைபடங்களும் இந் நாளைய கண்டுபிடிப்புகளுக்குப் பொருத்தமாக இருந்தன. பாக்டீரியாக் களுடன் மற்ற நுண்ணுயிரிகளான பாசிகள் (algae), முன்னுயிரிகள் (protozoa) ஆகியவற்றையும் கண்டார்; இவர் கண்ட நுண்ணுயிரி களுக்குப் பெயர்களும், வகைபாடும் தந்திருந்தார். அரசுத் தத்துவக்குழுவின் செயலர்களில் ஒருவரான ராபெர்ட் ஹூக் (Robert Hooke) என்பவருக்கும் இவர் கடிதம் எழுதினார். ராபெர்ட் ஹூக் இவரது கண்டுபிடிப்புகளில் உற்சாகம் அடைந்து, ஒரு கூட்டு நுண்ணோக்கியை (compound microscope) உருவாக் கினார்; அதில் பல பொருள்களையும் ஆராய்ந்து 'மைக்ரோ கிராஃ பியா' (Micrographia) என்னும் நூலின் மூலமாக விளக்குகிறார். ஆனால்,இவர் கண்டுபிடித்த நுண்ணோக்கி செம்மையானது; முழுமை யானது என்று கூற முடியாது; ஆனால் முதன்மையானது என்று அறுதியிட்டுக் கூறலாம். இக் கண்டுபிடிப்பின்மூலம் மனிதன் இதுவரையிலும் காணாத உயிரினங்களைக் கண்டான்; பார்க்காத பொருள்களின் அமைப்பையெல்லாம் பார்த்தான். தான் இது வரை நினைத்திராத எண்ணற்ற அறிவியல் கருவூலங்கள் இதன் மூலம் கிடைத்து, மனிதனின் அறிவு விசாலமடைய வழி வகுக்கப் பட்டது.

இதற்குப் பிறகு அறிஞர் பலர் நுண்ணோக்கியின்மூலம் பல வற்றை நோக்கி, அவற்றை விரிவாக வெளியிட்டனர். இவர்களில் பிரான்சு நாட்டைச் சேர்ந்த ஜாப்லாட் (Jablot) என்பவரும் ஒருவர். இவ்வித நுண்ணோக்கி செம்மையுற்றிருக்கவில்லை. ஆதலால், இவர் கண்டவற்றிற்சில உண்மைக்கு மாறானவையாக இருந்தன. உதாரணமாக, ஜாப்லாட் நுண்ணோக்கியில் கண்ட ஒரு காட்சியைக் கீழ்க்காணுமாறு விவரிக்கிறார் :

'உடல் முழுவதும் மனிதனின் முகம் போல் அமைந்துள்ளது. இதிலிருந்து 6 கால்களும் ஒரு வாலும் உள்ளன. தலையில் விசித்திரமான தலை அலங்காரம் காணப்படுகிறது.'

இத்தகைய வர்ணனை சரிவர அமையாத, குறைவான செயல் திறனுடைய நுண்ணோக்கியின் விளைவாக ஏற்பட்ட கருத்தாகும்.

ராபெர்ட் ஹூக் கண்டுபிடித்த நுண்ணோக்கியைவிடத் தெளிவான நுண்ணோக்கியைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு ஒரு நூற்றாண்டுக் காலம் சென்றது.



படம் 29. ஜாப்லாட் நுண்ணோக்கியில் கண்ட பூச்சியின் படம்

ஹாலந்து நாட்டு அறிவியலறிஞரான முல்லெர் (Muller) என்பவர், 1773ஆம் ஆண்டில் நுண்ணுயிரிகளை ஆராய்ந்து, வகைபாடு செய்து படங்களுடன் விவரித்து வெளியிட்டார். இவர் தாம் கண்ட எல்லா உயிரினங்களையும் விலங்குகள் என்றே எண்ணினார். இவர் தந்துள்ள விவரங்களிலிருந்து, இவர் கண்டவற்றிற் சில பாக்டீரியாக்கள், சில பாசிகள், சில முன்னுயிரிகள் என்று அறிகிறோம். இப்பொழுது நாம் வழக்கத்தில் கைக்கொண்டிருக்கும் சொற்களான பாஸில்லஸ் (bacillus), விப்ரியோ (vibrio), ஸ்பைரல்லம் (spirullum) என்ற சொற்களை இவர்தாம் முதன்முதலில் பயன்படுத்தினர்.

அடுத்த அரை நூற்றாண்டுக் காலத்தில் இன்னும் சிறந்த நுண்ணோக்கிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவற்றின் உதவியினால் எஹ்ரென்பெர்க் (Ehrenberg) என்ற ஜெர்மானிய அறிஞர், பல உயிரினங்களை ஆராய்ந்து, தாம் கண்டவற்றை இரு நூல்களாக வெளியிட்டார். இவர் கண்ட எல்லா நுண்ணுயிரிகளையும் சிறு

விலங்குகள் (animalcule) என்று எண்ணினர். இவர்தாம் முதன் முதலில் பாக்டீரியம் (Bacterium) என்ற சொல்லை ஒரு பேரினத்திற்குப் பயன்படுத்தினர்.

1844ஆம் ஆண்டில் டாலண்டு (Dolland) என்பவர் காற்றை விட ஒளி விலகல் எண் (refractive index) அதிகமுள்ள எண்ணெய் முதலியவற்றில் ஆராய வேண்டிய பொருள்களை அமிழ்த்துச் சாதாரணக் கண்ணாடி வில்லையைவிட அதிகத் தெளிவானதாகத் தெரிவதைக் கண்டார். 1870ஆம் ஆண்டில் அப்பி (Abbe) என்பவர் நிலைக்கீழ் ஒளிச்சுருக்கியைக் (sub-stage condenser) கண்டுபிடித்தார். இதனால் காணும் பொருள்கள் இன்னும் தெளிவாகவும் பெரியவையாகவும் தெரிந்தன. நுண்ணோக்கியின் ஆற்றல் அதிகரிக்க அதிகரிக்கப் பாக்டீரியாவைப்பற்றிய அறிவும் வளர்ந்து கொண்டே சென்றது. 19ஆம் நூற்றாண்டின் மத்தியில் பாக்டீரியாக்கள் என்பவை நுண்ணுயிர்த் தாவரங்கள் என்றும், புரோடோஸோவா என்பவை நுண்ணுயிர் விலங்குகள் என்றும் தெளிவாயிற்று.

சிறந்த நுண்ணோக்கியின் உதவியினால் கோன் (Cohn) என்பவரும், அவரது மாணவர்களும் கி. பி. 1872 முதல் 1876 வரை பாக்டீரியாக்களைப்பற்றிப் பல உண்மைகளைக் கண்டுபிடித்து வெளியிட்டார்கள். இன்றுள்ள நவீனக்கால அறிவியலான பாக்டீரியாவியலுக்கு (Bacteriology) இவரது ஆராய்ச்சிகள் அடிகோலின. இவர் பல பாக்டீரியாக்களுக்குப் பெயரிட்டு, அவற்றின் இனப்பெருக்கு முறைகளைக் கண்டுபிடித்தார்; சில பாக்டீரியாக்கள் ஸ்போர்களை உண்டாக்குவதையும் கண்டார்.

மனிதனின் கண்களினால் ·2 மில்லிமீட்டர் அளவுள்ள பொருள்களைக் காணலாம். எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி (eletron microscope) கண்டுபிடித்தபின் பாக்டீரியாவைப்பற்றிய சரியான விளக்கமும் விவரங்களும் தெளிவாக அறியப்பட்டன. இவ்வித எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் உதவியினால் 4 மில்லிமைக்ரான் (millimicron) அளவுள்ள பொருள்களையும் பார்க்கலாம். எனவே, பொருள்களை 50,000 மடங்குவரை பெரிதாக்கிக் காட்டலாம்.

உயிரிலிப் பிறப்புக் கொள்கையின் விவாதமும் பாக்டீரியாவியலின் மூதல் வளர்ச்சியும்: கிரேக்க நாட்டுத் தத்துவ ஞானிகளிற்சிலர் சில வகையான தாவரங்களும், விலங்குகளும் பெற்றோர்களின்றிப் புதிதாகத் தோன்றும் என்று எண்ணினர்கள்; குளம், குட்டைகளில் உள்ள மண்ணிலிருந்து சிறிய தவளைகள் தோன்றுகின்றன என்று எண்ணியிருந்தார்கள்; அங்ஙகப் பொருள்கள் காடியாவ

தனுல் வெர்மின் (Vermin) என்ற விலங்கு உண்டாயிற்று என்று எண்ணினுர்கள் ; அழுகிய சாணம், இறைச்சி முதலியவற்றி லிருந்து பூச்சிகளும், புழுக்களும் உண்டாகின்றன என்றும், மோல்டுசளுர், பூஞ்சைகளும் அழுகிய விலங்கு அல்லது தாவரப் பொருள்களிலிருந்து உண்டாகின்றன என்றும் கருதினுர்கள். இவ்விதமான கருத்துகள் 1668ஆம் ஆண்டுவரை நிலைத்திருந்தன.

1668ஆம் ஆண்டில் ரீடி (Reedi) என்பவர் இறைச்சியை நன்ருக மூடிவைத்தால், அதில் பூச்சிகள் வளருவதில்லை என்று நிரூபித் தார். நல்ல விதமான சிறந்த நுண்ணோக்கிகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டபொழுது உயிரிலிப்பிறப்புக் கொள்கை (Theory of Abio-genesis) மறுக்கப்பட்டு, உயிரிப்பிறப்புக் கொள்கை (Theory of Biogenesis) ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டது.

நுண்ணுயிரிகளைப்பற்றிய அறிவு அதிகமானபோது, மீண்டும் உயிரிலிப் பிறப்புக் கொள்கை தலை தூக்கிற்று. அழுகும் அங்ககப் பொருள்களையும், மாமிசத்தையும் கொதிக்க வைத்த பின், சாதாரண வெப்ப நிலையில் சில நாள்கள் வைத்திருந்தபொழுதும் பாக்டீரியாக்கள் அதில் வளருவதைக் கண்டனர். கொதிநீரின் வெப்பநிலை எல்லா உயிரினங்களையும் கொல்லுவதற்குப் போது மானது என்று கருதப்பட்டது. அதனுல் அங்குக் காணப்பட்ட இந்த நுண்ணுயிரிகள் வளர்வதற்கு வேண்டிய வசதியான சூழ் நிலையை உண்டாக்குகின்றனவா?

காக்னியார்டு லேடோர் (Gagniard Latour), ஷ்வான் (Schwann) என்ற இரு அறிஞர்கள் தனித்தனியாக நுண்ணோக்கியின்மூலம் காடியாகும் திரவங்களை ஆராய்ந்து, அதற்கு ஈஸ்ட்டுகள் என்ற ஒரு செல் தாவரங்களே காரணம் என்று கண்டுபிடித்தார்கள்.

1840ஆம் ஆண்டில் லைபிக் (Liebig) என்பவர் காடியாவதற்கு நுண்ணுயிரிகள் தற்செயலான காரணம் என்று கருதினர். ஆனுல், லூயி பாஸ்டியர் காடியாவதற்கு நுண்ணுயிரிகளே முதன்மையான காரணம் எனக் கண்டுபிடித்தார்.

சர்க்கரை கலந்த திரவங்கள் காடியாவதற்கு ஈஸ்ட்டுகள் காரணம் என்றும், பால் புளிப்பதற்கும் ஒயின் (wine) வினிகர் (vinegar) ஆவதற்கும் பாக்டீரியாக்கள் காரணம் என்றும் லூயி பாஸ்டியர் நிரூபித்தார். பொருள்கள் அழுகிப் போவதற்கும் பாக்டீரியா போன்ற நுண்ணுயிரிகளே காரணம் என்றும் உணரப் பட்டது. இத்தகைய பொருள்களின் மாறுதல்களுக்குரிய அடிப் படையான காரணமாக இருந்த நுண்ணுயிரினங்களைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்து, அவற்றைப்பற்றி ஆராய்ந்தார்கள். இதனுல் பல

விதமான நோய்களுக்கும் அவற்றை உண்டாக்குவதற்குக் காரண மான நுண்ணுயிரிகளுக்கும் உள்ள உறவுமுறையைச் சரிவர அறிந்துகொள்ள முடிந்தது. நீரைத் தூய்மையாக்கவும், கழிவுப் பொருள்களை அகற்றவும், மண்ணை வளப்படுத்தவும் ஆகிய பல அங்ககக் கூட்டுப் பொருள்களின் மாற்றத்திற்கும், உணவுப் பொருள்களின் நன்மை தீமையான மாற்றங்களுக்கும் நுண்ணுயிரி களே காரணம் என்று அறியப்பட்டது.

இத்தகைய கண்டுபிடிப்புகளால் பாக்டீரியாக்கள், மற்ற நுண்ணுயிரிகள் ஆகியவற்றின் வாழ்வியல், செயலியல் பற்றிய பல உண்மைகளும் வெளிப்படுகின்றன. இவற்றில் காணப்படும் செய லியல் வேலைகள் உயர்வகைத் தாவரங்கள் விலங்குகளிலும் பயன் தரத்தக்கவையாக உள்ளன. வெளிச்சமில்லாதபொழுது கரியமில வாயுவைச் சில பாக்டீரியாக்கள் பயன்படுத்துகின்றன. இதே செயலினைச் சில விலங்குகளின் உடைச் செல்களும் செய்கின்றன என்று உட் (Wood) என்பவரும், வெர்க்மேன் (Werkman, 1936) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர். ஈஸ்ட்டுகள், பாக்டீரியாக்கள், மோல்டுப்பூஞ்சைகள் ஆகியவற்றில் காணும் வளர்சிதை மாற்றத்தி லிருந்து (metabolism) இதுவரை விளங்காமலிருந்த, தெளிவாகாம லிருந்த பல வேதி மாற்றங்கள் தெளிவாயின.

நோயின் நுண்மக் கொள்கை—பாக்டீரியாவியலின் வளர்ச்சிக்கு அதனால் ஏற்பட்ட தூண்டுதல் (The Germ Theory of Disease-How Its Verification Stimulated Development of Bacteriology) : விலங்கு களிடத்திலும் மனிதர்களிடத்திலும் காணப்படும் நோய்களுக்கு நுண்ணுயிரிகள் காரணமாக இருக்கலாம் என்று பழங்காலத்தில் நம்பினார்கள். ஆனால், இத்தகைய நம்பிக்கைகளுக்கு ஆதாரம் கிடையாது. லியூவென்ஹாக்கின் ஆராய்ச்சியினால்தான் நுண்ணு யிரிகள் எங்கும் பரவியுள்ளன என்று அறியப்பட்டது.

நோயிற்கு நுண்ணுயிரிகள் காரணம் என்று முதன்முதலில் தெளிவானதொரு கொள்கையினை உருவாக்கியது பிளென்ஸிஸ் (Plenciz, 1762) என்பவராகும். ஒவ்வொரு நோயிற்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட வகையான பாக்டீரியாக்கள் தான்றோன்றிகளாக உண்டாயின என்று கருதினார். ஆனால் கொதிநீரின் வெப்ப நிலையிலும் வாழும் ஒரு சில பாக்டீரியாக்களைப்பற்றியோ, அல்லது அத்தகைய வெப்பநிலையிலும் உயிர்வாழ்ந்து, பின் பாக்டீரியாவாக மாறும் ஸ்போர்களைப்பற்றியோ அவர்கள் அறிந்திருக்கவில்லை.

ஸ்பேல்லன்ஜானி (Spallanzani, 1779) என்பவர் உணவுப் பொருள்களைக் கொதிக்க வைத்த பின், காற்றின்றி இறுக்கமாக

மூடி வைக்கப்பட்டால், பாக்டீரியாக்கள் உண்டாவதில்லை எனக் கண்டார். இவர் குடுவைகளைக் (flasks) காற்றின்றி மூடி வைத்தால், உயிரினங்கள் தான்தோன்றிகளாகத் தோன்றுவதில்லை; காற்று இருந்ததனால் தோன்றியிருக்கும் என்று எண்ணினர். இதற்காக ஷில்ஸ் (Schulze) என்பவர் 1836ஆம் ஆண்டில் ஒரு பரிசோதனை செய்தார். இவர் காற்றைக் கந்தக அலமித்தில் (sulphuric acid) செலுத்திப் பின்னர்க் கொதிக்க வைத்த அங்ககப் பொருள்கள் அடங்கிய குடுவைகளில் செலுத்தினர். இப்பொழுதும் நுண்ணுயிரிகள் தோன்றுவதில்லை. 1837ஆம் ஆண்டில் ஷ்வான் (Schwann) என்பவர் காற்றினைச் சூடான குழாய்களிற் செலுத்திய பொழுதும் உயிரினங்கள் தோன்றுவதில்லை என்று நிரூபித்தார். இதற்குப் பின்னரும் தான்தோன்றிக் கொள்கையில் நம்பிக்கை வைத்தவர்கள் சமாதானம் அடையவில்லை. காற்றைச் சூடாக்குவதனால் அஃது உயிரினங்களை உண்டாக்கும் தன்மையினை இழந்து விடுகிறது என்று கூறினர்கள், வெட்டவெளியில் இருக்கும் காற்றில் அழுக்கும் நுண்ணுயிரிகளின் ஸ்போர்களும் இருப்பதனால், அவை அங்ககப் பொருள்களோடு கலந்து உயிரினங்களை உண்டாக்கின என்பது தான்தோன்றிக் கொள்கைக்கு எதிர்ப்புத் தெரிவித்தவர்களது வாதம்.

ஷ்ராடெர் (Schroder) என்பவரும், டுஷ் (Duch) என்பவரும் 1854ஆம் ஆண்டில் உயிரி நீக்கிய பஞ்சும், உயிரினங்களையும், அவற்றின் இனப்பெருக்கு வித்துகளையும் (propagules) வடிகட்டும் ஆற்றல் பெற்றது என்று கண்டுபிடித்தார்கள்.

1860ஆம் ஆண்டில் லூயி பாஸ்டியர் குடுவையில் உள்ள பொருள்களுக்கும், வெளிக்காற்றுக்கும் இடையே மிதக்கும் துகள்கள் நுழையாமலிருக்க ஒரு வளைந்த குழாயைச் செருகலாம் எனக் கண்டுபிடித்தார்.

காற்றில் மிதக்கும் பொருள்கள்தான் உயிரினங்களை உண்டாக்கும் ஆற்றல் பெற்றவை என்று டிண்டல் (Tyndall) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்; துகள்கள் (particles) நீக்கிய திரவங்களைக் காற்றில் வைத்தாலும், எவ்விதமான உயிரினங்களும் வளருவதில்லை என்று கண்டார்.

இத்தகைய விவாதங்களினால் பாக்டீரியாக்களைப்பற்றிய அறிவு பெருகியது. பாக்டீரியாக்களைப்பற்றியும், மற்ற நுண்ணுயிரிகளைப்பற்றியும் அவற்றின் அமைப்பு, வளர்ச்சி, செயல் முறைகள் முதலியவற்றைப்பற்றியும் அறிந்துகொள்ள முடிந்தது.

காடியாதல், அழுகுதலின் நுண்மக் கொள்கையும் பாக்டீரியாவியலின் வளர்ச்சியும்(The Germ Theory of Fermentation and Decay and Its Effect on the Development of Bacteriology): அழுகும் பொருள்களிலிருந்தும், காடியாகக்கூடிய பொருள்களிலிருந்தும் பல நுண்ணுயிரிகள் உண்டாகின்றன. இந்த நுண்ணுயிரிகள் அழுகுவதற்கும் காடியாவதற்கும் காரணம் என்றும், இத்தகைய நுண்ணுயிரிகள் ஒருவரிடமிருந்து மற்றவருக்குக் காற்றின்மூலம் பரவுகிறது என்றும் கூறினார். இவரது கொள்கைக்கு வலிமையூட்டக்கூடிய போதுமான செயல்முறைச் சான்றுகள் அக்காலத்தில் இல்லாததனால், இவரது கொள்கை கொள்கையளவில் நின்றது.

நோயிற்கும் அதற்கு அடிப்படையாக உள்ள உயிரினத்திற்கும் உள்ள உறவுமுறையைச் சரியான முறையில் முதலில் 'தானுவன்' (Danavine) என்பவர் 1863 ஆம் ஆண்டில் விளக்கினார். ஆந்த்ராக்ஸ் (Anthrax) என்னும் நோயுடைய மனிதனின் இரத்தத்தில் கோல்கள் போன்ற நுண்ணியிரிகள் காரணமாக உள்ளன என்றும், நோயுற்றவனின் இரத்தத்தை நோயற்றவன் உடலில் மாற்றினால் நோயற்றவன் நோயுடையவனாகின்றான் என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. பிரான்சு நாட்டில் பட்டுப்பூச்சிகளை அழிக்கக்கூடிய ஒரு நோயிற்குக் காரணம் முன்னுயிரித் தொகுதியைச் சேர்ந்த ஓர் ஒட்டுண்ணி (protozoan parasite) என்று லூயி பாஸ்டிரியர் 1865ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார். கோச் என்பவர் 1875 ஆம் ஆண்டில் தானுவன் என்ற அறிஞர் கூறிய கூற்றினை ஒப்புக்கொண்டு, ஆந்த்ராக்ஸ் என்ற நோயிற்குக் காரணமான நுண்ணுயிரினைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்துத் தகுந்த ஊட்டப்பொருள்களின் உதவியினால் ஆய்வுக்கூடத்தில் அவ்விதமான நுண்ணுயிரிகளை வளர்த்தார். இவர் பாக்டீரியாக்களின் தனி வளர்ப்பு முறைகளைக் (pure cultures) கண்டார்.

நோய்கள் பலவற்றிற்கும் காரணமான பல நுண்ணுயிரிகளைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்து (isolation), அடையாளம் கண்டுபிடித்தார்கள். பாக்டீரியாக்களைச் சரிவரக் கண்டுபிடிக்க வேண்டிய நிறமி அறிமுறையும் (staining technique) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இத்தகைய தொடர்ந்து வந்த அறிஞர்களுடைய ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாக, குறிப்பிட்ட நோயிற்குக் குறிப்பிட்ட நுண்ணுயிரிகளே காரணம் என்ற நோய் நுண்மக் கொள்கை உருவாகியது. நுண்ணுயிரிகளால் உண்டாகிய நோய்கள் தொத்து நோய்கள் (infectitious) என்றும் நுண்ணுயிரிகளால் உண்டாகாத நோய்கள் தொத்து நோய் அல்லாதவை (non infectitious) என்றும்

வகைபாடு செய்யப்பட்டன. இக் காலத்தில் பாக்டீரியாவைத் தவிர மிகச் சிறியவையாக உள்ள வைரஸ் என்னும் நுண்ணுயிரிகளும் நோய்கள் உண்டாகக் காரணமாக உள்ளன என்று அறிகிறோம்.

நோய் நுண்மக் கொள்கை நவீனக்கால மருத்துவத் துறையில் பெரும்புரட்சியை விளைவித்துள்ளது. தடுப்பு மருந்துகளும் (preventive medicine), துப்புரவு அறிவியலும் (sanitary science) இக் கொள்கையினால் பெரிதும் முன்னேற்றம் அடைந்தன. நோய்களுக்கு நுண்ணுயிரிகள் காரணம் எனில், அந் நுண்ணுயிரிகளைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்து அவற்றின் பண்புகளையும், செயலியல் தன்மைகளையும் ஆராய்ச்சி செய்த பின்னர் அவ்விதமான நோய்களைத் தடுக்க முடியும். இந்த நோய் நுண்மக் கொள்கை உருவானதனால்தான் பாக்டீரியாவியல் என்னும் அறிவியலுக்கு நவீனக் கால முக்கியத்துவம் ஏற்பட்டது.

18. வைரஸ் இயல்

(Virology)

வைரஸ் நோய்கள் (Virus Diseases): 20ஆம் நூற்றாண்டின் தான் தாவரங்களில் வைரஸ் நோய் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. முற்காலத்தில் 'ஒட்டுண்ணியினால் இல்லாதவை' (nonparasitic) என்று எண்ணிய நோய்கள் யாவும், பின் வைரஸ்களினால் ஏற்பட்டவை என்பது தெரிய வந்தன. வைரஸ்கள் உயிருள்ளவையா, இல்லையா என்பதைத் தெரிந்துகொள்ளவே வைரஸ்கள்பற்றி மேலும் மேலும் ஆராய்ச்சிகளைத் தொடர்ந்து நடத்தினர்.

பண்பு: 1576ஆம் ஆண்டில் 'பிரேக்கிங்' (breaking) என்ற நோய் ட்யூலிப் (Tulip) பூவில் கண்டதாக எல் எக்லூஸ் (L' Ecluse) என்பவர் கூறுகிறார். ஆனால், வரலாற்று முக்கியத்துவம் வாய்ந்த கண்டுபிடிப்பு என்பது 1886ஆம் ஆண்டில் மேயர் (Mayer) என்பவர் புகையிலையில் கண்ட பல்வண்ண வைரஸ் நோயாகும் (tobacco mosaic virus). நோயற்ற புகையிலைச் செடிகளில், நோயுற்ற இலையின் சாற்றை ஊசிமூலம் செலுத்தி, நோய் தாக்கும் முறையினைக் கண்டார்.

ஈ. எஃப். ஸ்மித் (E. F. Smith) என்பவர் பீச் மரங்களில் காணும் மஞ்சள் நிற 'யெல்லோஸ்' (yellows) என்னும் வைரஸ் நோயைக் கண்டுபிடித்தார். இந் நோய் விதையிலாப்பெருக்கு முறைகளான அரும்புதல் (budding), ஒட்டுதல் (grafting) மூலம் பரவுகிறதென்று கண்டார்.

டி. ஐவனோஸ்கி (D. Iwanowski) என்பவர் 1892ஆம் ஆண்டில் நோயுற்ற புகையிலை இலைச்சாற்றைப் பாக்டீரியா நுழையாதவாறு வடிகட்டிய (Bacteria proof filter) பின்பும், பல்வண்ண நோய் உண்டுபண்ணுவதைக் கண்டார்; இதற்குப் பிறகு நோய்தாக்கும் காரணிக்கு வடி கட்டக்கூடிய வைரஸ் (filtrable virus) என்று பெயரிட்டார்.

பெய்ஜிரின்க் (Beijirinck) என்பவர், 1899ஆம் ஆண்டில் 'கன்டேஜியம் விவியம் ஃபுளுய்டம்' (contagium viviumfluidum) என்ற கருத்தினை உருவாக்கினர். இவர் அகாரில் (Agar) பரவுதல் (diffusion) பரிசோதனைகள் செய்து, நோய் பாதிக்கும் காரணி (causative agent) நீரில் கரையக்கூடியது (water soluble) என்றும், அஃது உலரவைத்த பிறகு ஆல்கஹாலில் (alcohol) வீழ்படிவுறச் (precipitate) செய்தாலும் நோய் உண்டாக்கும் திறனைப் பெற்றிருக்கிறதென்றும் கண்டார். எனவே, நோய் உண்டாக்கும் காரணி பாக்டீரியாக இருக்க முடியாதென்றும் உயிருடைய நோய் பரவச் செய்யும் நீர்மம் (contagious fluid) என்ற கருத்தினை உருவாக்கினர். இத்தகைய நோய் பரவச் செய்யும் நீர்மம் ஃபுளோயம் (Phloem) செல்களின் வழியாகச் சென்று செல்களில் பெருக்கம் அடைகிறது எனக் கண்டார்.

இவருக்குப் பிறகு, 30 ஆண்டுகளில் பலவிதமான வைரஸ் நோய்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு விவரிக்கப்பட்டன. வைரஸ் உண்டாக்கும் அடையாளங்களைக் (symptoms) கொண்டு, நோயை இனம் கண்டுகொண்டனர். இப்படியாக மேயர் என்பவர் புகையிலையில் 'பல் வண்ணம்' என்ற பெயரையும், ஈ. எஃப். ஸ்மித் பீச் மரத்தில் 'யெல்லோஸ்' என்ற பெயரையும், டவுன்செண்ட் என்பவர் பீட்ருட்டில் 'கர்லி டாப்' (curly top) என்ற பெயரையும் வைரஸ் நோய்களுக்குத் தந்தனர்.

நோய்களின் வகைபாடு : மேலும் மேலும், வைரஸ் நோய்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டபொழுது, மேலே சொல்லிய பெயர்கள் குழப்பத்தையே விளைவித்தன. இதற்காக ஹில்டு (Hilde) என்பவர் 1933ஆம் ஆண்டில் வைரஸ் நோய்கள் குறித்து ஒரு வகைபாட்டினை உண்டாக்கினர் :

(a) பச்சயம் இன்றி வெளிரிப் போதல் (chlorosis)

(b) அளவில் குன்றி விடுதல் (dwarfism)

(c) அதிகக் கிளைத்தல்

(d) மஞ்சள் நிறமாகி இலை முன் உதிருதல்

1934ஆம் ஆண்டில் கே. எம். ஸ்மித் (K. M. Smith) என்பவரும், புருக்ஸ் (Brooks) என்பவரும் ஒரு வகைபாடு தந்தனர்.

(a) பச்சயம் நீங்கியதால் புள்ளிகளுடைய பல்வண்ண நோய் (mosaic disease characterised by chlorosis) உண்டாதல்,

(b) தண்டிலும் இலைகளிலும் புள்ளிகள், கோடுகள், பட்டைகளுடன் (bands) கூடிய திசுநோக்கிய நோய் (necrosis).

(c) தாவரம் முழுவதுமோ அல்லது பகுதியோ, உருவம் மாறியோ (distortion), முடிச்சுகளுடனோ காணப்படுவது.

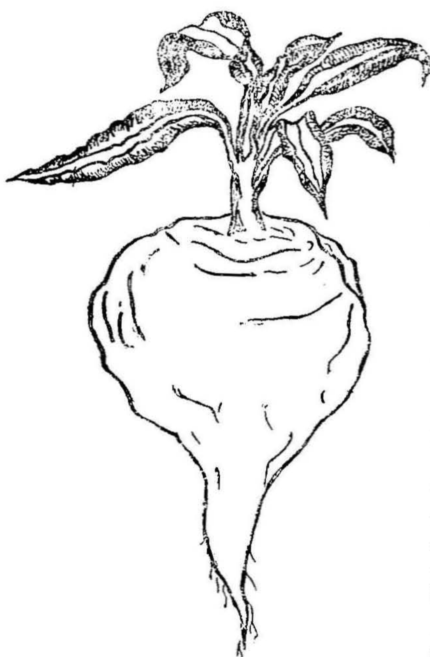
1939ஆம் ஆண்டில் பாடன் (Bawden) என்பவர் வகைபாட்டியலுக்குரிய அடிப்படையான காரணங்களைத் தந்தார்.

வைரஸ் நோயினால் ஏற்படும் விளைவுகள் தண்டுத் தொகுப்பில் தான் தெரிகின்றன என்றும், வேர்த்தொகுப்பில் (root system) தெரிவதில்லை என்றும் முதலில் எண்ணினார்கள். ஹட்சின்ஸ் (Hutchins) என்பவர் 1927ஆம் ஆண்டில் பீச் மரங்களில் காணப்படும் ஃபோனி (phony) என்னும் வைரஸ் நோய், வேரில் முதலில் பாதித்துப் பின்னர்த் தண்டுத்தொகுப்பில் அறிகுறிகளைக் காட்டுகிறது என்று கண்டார்.

ஓம்புயிரித் தாவரத்தின் உயிருள்ள செல்களில்தான் வைரஸ் நோயுண்டாக்க முடியும் என்ற பேய்ஜிரின்கின் கண்டுபிடிப்பினை மற்ற அறிஞர்களும் ஒப்புக்கொண்டார்கள். வைரஸ் ஒரு செல்லில் நோயுண்டாக்கிய பின்னர், மற்றொரு செல்லிற்கு நகர்ந்து செல்கின்றது. சில வைரஸ்களின் நகர்வு மெதுவாக நடைபெறுகிறது. பென்னெட் (Bennet) என்பவர் வளையச் சோதனை (girdle) செய்து வைரஸின் பெயர்ச்சி உணவுப்பொருள்கள் செல்லும் குழாய்கள்மூலம் நடைபெறுகிறது என்று கண்டுபிடித்தார். வைரஸின் நகர்வு, நீர் செல்லும் குழாய்களின் வழியாக நடைபெறுகிறது என்று கால்ட்வெல் (Caldwell) 1931ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார்.

வைரஸ் நோயியல் அறிஞர்கள் (Virus Pathologists) நம் கண்களுக்குத் தெளிவாகத் தெரியும் நோய் அறிகுறிகளை விவரிக்கிறார்கள்; ஆனால், வைரஸ் நோயினால் ஏற்படும் உள்ளமைப்புச் செயலியல் தன்மைகளை அதிகம் விவரிப்பதில்லை இம் முறையில் 1913ஆம் ஆண்டில் குவான்ஜர் (Quanger) என்பவர், வைரஸ் நோயினால் உருளைக்கிழங்கில் மாவு குறைந்து, 'இலைச்சுருள்' (leaf roll) அடைவதற்கும், ஃபுளோயம் திசு நீக்கத்திற்கும் உள்ள உறவினைக் கண்டுபிடித்தார். கார்ஸ்னர் (Garsner) என்பவரும், ஸ்டால் (Stahl) என்பவரும் பீட்ரூட்டில் நுனிச்சுருள் நோயிற்கும் (curlytop disease) ஃபுளோயம் திசு நீக்கம் காரணம் என்று கண்டுபிடித்தனர் பீட்ரூட் செடியில் ஃபுளோயம் திசுவில் ஏற்பட்ட சிக்கலான திசு

நீக்கமும், வளர்ச்சி எதிர்வினையும் (response), அழிவும் நுனிச்சுருள் நோயினால் ஏற்பட்டவை என்று ஈஸா (Miss Esau, 1933) விவரித்துள்ளார். வைரஸ் நோயினால் ஃப்ளோயம் திசு அழிந்துத் பின்னர், திசு நீக்கம் பெறுகிறது. இதனால் சில தாவரங்களில் புடைப்பு (swelling) ஏற்படுகிறது.



படம் 30.
பீட்ரூட்டின் நுனிச்சுருள் வைரஸ் நோய்

டஃப்ரெனாய் (Dufrenoy 1928) என்பவரும், ஷெஃப்பீல்ட் (Sheffield 1933) என்பவரும் வைரஸ் நோயுற்ற இலைகளைப் பரிசோதித்து, அவற்றில் பச்சயம் உண்டாவது தடைபடுகிறதென்றும், அதனால் அதிகமாகச் செல் பகுப்புகள் உண்டாகின்றன என்றும், நோய் கண்ட செல்களில் உள்ள கணிகங்களில் (cell plastids) கொழுப்பு அழிந்து அதிக அளவிலான மாவுப் பொருள் காணப்படுகின்றது என்றும் கண்டுபிடித்தார்கள். உருளைக்கிழங்கு இலைச் சுருள் நோயில் அதிகமாவு உண்டாவதை கிளின்ச் (Miss Clinch, 1931) கண்டார். உருளைக் கிழங்கு இலைச் சுருள் நோயில் ஃப்ளோயம் திசு நீக்கம் ஏற்பட்டு, அதன் அருகில் உள்ள பாரேன்கைமா செல்கள் பெரிதாகின்றன; ஆனால் கார்க் (cork) உண்டாவதில்லை என பாடன் (Bawden) என்பவர் கண்டார். வைரஸ் நோயினால் உண்டாகும் செயலியல் மாறுதல்கள் நோய் முற்றியவுடன்தான் வெளிப்படும்.

வைரஸ் நோயினால் உண்டாகும் அறிகுறிகள் சூழ்நிலைக் காரணிகளினால் மாறி விடுகின்றன அல்லது நீங்கி விடுகின்றன. பல்வண்ண நோயிற்கு உகந்த வெப்பநிலை 14 முதல் 18°C என்றும், 24 முதல் 25°C வெப்பநிலையில் நோயின் அறிகுறிகள் மறைந்து

விடுகின்றன என்றும் ஜான்சன் (Johnson, 1922) கண்டார். இந் நோயுற்ற தாவரங்களை 24°C வெப்பநிலையில் 9 மணி நேரம் வைத்திருந்தால், நோய் நீங்கிவிடும் என டாம்ப்கின்ஸ் (Tompkins, 1924) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். பீச் யெல்லோஸ் (peach yellows), பீச் ரொசெத்து (peach rosette) போன்ற நோய்களையுடைய தாவரங்களை 34·3 முதல் 36·3°C வெப்பநிலையில் இரண்டு வாரங்களுக்கு மேல் தொடர்ந்து வைத்திருந்தால், நோய் நீக்கப்பெறும் என்று குன்கெல் (Kunkel, 1934) என்பவர் கண்டறிந்தார். புகையிலை நாற்றுகள் 'மஞ்சள் பல்வண்ண நோயிற்கு' (yellow tobacco mosaic) இடங்கொடுக்கும் தன்மை அவற்றின் ஊட்ட நிலைகளைப் பொறுத்தது என்று ஸ்பென்சர் (Spencer, 1934) கண்டுபிடித்தார்.

பூச்சிகளின் பங்கு: வைரஸ் நோயினைப் பரப்புவதில் பூச்சிகளின் பங்கை முதலில் டகாமி (Takami, 1901) என்ற ஜப்பானிய நாட்டு அறிவியலறிஞர் கண்டுபிடித்தார். நிஃபோடெட்டிக்ஸ் (Nephotettix) என்ற இலைவெட்டுக்கிளி ஸ்டன்ட் என்ற நோயினைப் (stunt disease) பரப்புகிறது எனக் கண்டுபிடித்தார். இதற்கு உறிஞ்சும், கடிக்கும் வாயுறுப்புகளுடைய பூச்சிகள் மிகவும் பயன்படுகின்றன. பீட்ரூட்டில் காணும் நுனிச்சுருள் நோய் யுடிட்டிக்ஸ் (Eutettix) என்ற பூச்சியினால் உண்டாகிறது என்று பால் (Ball, 1906, 1909) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். நோயுண்டாக்கும் திறன் பூச்சியின் வாழ்நாள் முழுவதும் இருக்கிறது என்று செவெரின் (Severin, 1923) கண்டார். ஆஸ்டர்-யெல்லோஸ் (aster yellows) என்ற நோய் ஸிகடுலா (cicadula) என்ற பூச்சியினால் பரவுகிறது. நோயுற்ற தாவரச் சாறு 10 நாள்கள் இப் பூச்சியின் உடலில் தங்கிய பிறகே, மற்றொரு தாவரத்தில் இந்நோயினை உண்டாக்க முடியும். இந்த இடைவெளிக்காலத்திற்குச் 'செயல் நிலையற்ற காலம்' (incubation period) என்று பெயர்.

ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வைரஸ் நோய்களினால் பாதிக்கப்பட்ட தாவரங்களின் சாறுகளைப் பூச்சிகள் உறிஞ்சினாலும், நோயுற்ற தாவரத்தில் ஒரே ஒரு நோயைத்தான் உண்டுபண்ணுகிறது என ஹோக்கன் (Hoggan, 1929) என்பவரும், கே. எம். ஸ்மித்தும் கண்டுபிடித்தனர். இதே தாவரத்திலிருந்து சாறு எடுத்து ஊசியின் மூலம் செலுத்தினால் மற்றொரு நோய் உண்டாகும் என கே. எம். ஸ்மித் கண்டுபிடித்தார். இலைச்சுருள் நோயுற்ற உருளைக் கிழங்குச் செடியின் இலைகளையும், பல்வண்ண வைரஸ் Y இலைகளையும் உட்கொண்ட ஆஃபிட் (aphides) பூச்சிகள் பிறகு உருளைக் கிழங்கில் இலைச்சுருள் நோயினையும், புகையிலையில் பல்வண்ண

நோயினையும் உண்டுபண்ணுகின்றன என அறிஞர் ஸ்மித் கண்டு பிடித்தார்.

வைரஸ் நோயால் பாதிக்கப்பட்ட செல்களை ஆராய்ந்து, அவற்றில் அமீபா (amoeba) போன்ற உருமாறக்கூடிய துகள்கள் இருப்பதை ஐவனுவ்ஸ்கி (Iwanowski; *1903*) கண்டார்; இத் துகள்கள் நோய் தாக்கியதனுல், செல்களில் ஏற்பட்ட மாறுதல்கள் எனக் கண்டார். முதலில் இவ் வகையான துகள்களைப் பரிணும மட்டத்தில் கீழ்நிலையில் உள்ள ஃபிளேஜெல்லேட்டுகள் (Flagellates) அல்லது புரோடோஸோவா (Protozoa) போன்ற நுண்ணுயிரிகள் என்று எண்ணினர்கள். வைரஸ் நோயினுல் செல்களில் ஏற்பட்ட மறுவினையால், இத்தகைய துகள்கள் உண்டாயின என்று பின்னர் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இவற்றிற்கு 'X-துகள்கள்' (X-bodies) என்று மிஸ் கோல்ட்ஸ்டீன் (Miss Goldstein, *1924*) பெயரிட்டார். இத்தகைய துகள்கள் அனிலின் சாயம் (aniline dye) ஏற்கக் கூடியவை, வெற்றிடம் உடையவை, அடிக்கடி உருவம் மாறக் கூடியவை என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ஜே. ஹெண்டர்சன் ஸ்மித் (J. Handerson Smith) என்பவர் X-துகள்களின் வளர்முறையை



படம் 31. தக்காளியின் புள்ளிவாடல் வைரஸ் நோய்

ஆரம்ப முதல் இறுதி வரை ஆராய்ந்து, இவை செல் அழிபொருள் (artefacts) அல்லவென்று கூறுகிறார். இவை செல் மறுவினைப் பொருள்கள் (reaction products) என்று கே.எம். ஸ்மித் கூறுகிறார்.

வைரஸ் பாதித்த செல்களில் வாக்குவோல்கள் (vacuoles) உண்டாகின்றன என்றும், அப்பொழுது சைடோபிளாஸ இழைகள் செல்களின் எல்லாப்பகுதிகளுக்கும் செல்லுகின்றன என்றும் டூஃப்ரெனுய் என்பவர் கண்டறிந்தார். இந்த இழைகளில் பல மைடோகோண்டிரியாக்கள் (mitochondria) உள்ளன. வாக்குவோல்களின் அருகே குட்டையான இழைகளும் மற்ற இடங்களில் நுனிகள் இணைந்த நீண்ட இழைகளும், காணப்படும். நோய் பாதித்த இலைகளில் உள்ள மைடோகோண்டிரியாக்கள் பலமுறை பகுப்படைகின்றன. இளம் இலைகளில் மைடோகோண்டிரியாக்கள் பசுங்கனிகங்களாக (chloroplasts) மாறுமல் அமைலோபிளாஸ்டு களாக (amyloplasts) மாறுகின்றன. வைரஸ் பாதித்த செல்லின் இயல்பாகக் காணப்படும் இயற்பியல் வேதிப்பண்புகள் (physico chemical properties) மறைந்து, செல் உட்பொருள்கள் சுருங்கி, வாக்குவோல்கள் தோன்றும். வாக்குவோல்கள் சைடோபிளாச இழைகளினால் செல்சுவருடன் செல் இடைவெளிப் பகுதியின் பல இடங்களிலும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

X பொருள்கள்: X-பொருள்கள் என்பவை நிறம் விரும்பிகளாகச் (chromatophilic) சாயங்களை ஏற்கின்றன. சைடோபிளாசம் பல வாக்குவோல்களுடைய பகுதிகளாக மாறும்பொழுது இப் பொருள்கள் ஏற்பட்டன. வைரஸ் பாதித்த செல்களில் 'அடுக்குப் பொருள்கள்' (striate material) என்ற செல் உட்பொருள்கள் உள்ளன என்று ராலின்ஸ் (Rawlins) என்பவரும், ஜான்சன் (Johnson) என்பவரும் 1925ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார்கள். மற்றும் இப் பொருள்கள் நியூக்ளியஸுடன் தொடர்புடையவை என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

வைரஸ் என்பது சாதாரணக் கூட்டு நுண்ணோக்கியினாலும் (compound microscope) காணமுடியாத மிகச் சிறிய உயிரினம் என்று ஜவனோவ்ஸ்கியும், வைரஸ் என்பது புதுவகையான, நோய் உண்டாக்கும் காரணி என்று பெய் ஜிரின்கும் கருதினார்கள். வின்சன், பீடர் (Winson and Petre, 1927) என்பவர்கள் புகையிலைப் பல்வண்ண வைரஸைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்து, அதைச் சூடாக்கியபொழுது, அதில் ஒரு பகுதி 85°C வெப்பநிலையிலும், மற்றொரு பகுதி 90°C வெப்ப நிலையிலும் இடப்பொருளாக மாறுகின்றன என்று கண்டுபிடித்தார்கள். டகாஹாஷி (Takahashi), ராலின்ஸ் என்பவர்கள் முனைப்பு ஒளிக்கற்றையைச் (polarised

light) செலுத்திப் பார்த்தபொழுது, இரு ஒளி விலகல்கள் (double refractions) ஏற்பட்டன. இதனால் புகையிலைப் பல்வண்ண நோய் உண்டாக்கும் வைரஸ் சிறு கோல் போன்ற துகள்களினால் ஆகியவை என்று தெரிகிறது.

1935ஆம் ஆண்டில் புகையிலைப் பல்வண்ண நோயிலிருந்து ஸ்டேன்லி (Stanley) புரதத்தைப் பிரித்தெடுத்தார். வைகாஃப் (Wyckoff), பிஸ்கோ (Biscoe), ஸ்டேன்லி (Stanley) முதலியவர்கள் வைரஸ் புரதத்தின் மூலக்கூறு எடை 1,70,00,000 (ஒரு கோடி எழுபது இலட்சம்) என்று கணக்கிட்டுள்ளனர். வைரஸில் உள்ள புரதம் மிகவும் அதிகமான வெப்பத்தினால் நோய்தாக்குந் திறனை இழந்து விடுகின்றது. வைரஸ் புரதங்கள் டிரைப்சின் (trypsin) என்ற நொதியினால் செரிக்கப்படாமல் பெப்சின் (pepsin) என்ற நொதியினால் செரிக்கப்படுகிறது.

பாக்டீரியா, பூஞ்சை முதலிய நோய் உண்டாக்கும் நுண்ணுயிரிகளைப் போல் வைரஸும் நோயினை உண்டாக்கும் காரணி என்று ஸ்டான்லி (1937) கூறுகிறார். நோய் ஏற்கும் திறனுடைய ஓம்புயிரிச் செல்லின் வளர்சிதை மாற்றத்தை வைரஸ் வெகுவாக மாற்றி அமைத்து, ஓம்புயிரி தன் இயல்பான புரதத்தை உண்டாக்க அனுமதிக்காமல் வைரஸ் புரதத்தை உண்டாக்கும்படி செய்கின்றது.

சோலனேசி (Solanaceae), லெகூமினோசி (Leguminoseae), ரோசேசி (Rosaceae) என்ற குடும்பங்களைத் தவிர, மற்றக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்கள் வைரஸ் நோயை எதிர்க்கின்றன. நுனிச்சுருள் நோய் எதிர்ப்புத்திறன் பெற்ற யு. எஸ். நெ. 1 (U. S. No. 1) என்ற பீட்ரூட் வகையை ஆராய்ச்சிகளின் மூலமாகக் கார்ஸ்னெர் என்பவர் 1933ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார். இந் நோய்த்தடுப்பு ஆற்றல் குறைவிஞ்சு தன்மை பெற்ற (partially dominant factor) C என்ற காரணியினால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது; இப் பண்பு சிவப்புநுனிக் காரணியான (Red-crown factor) R உடன் இணைக்கப்பட்டு (linked), 20 முதல் 30 வரையிலான மாறி இணைதல்களைப் (crossing over) பெற்றுள்ளன. பல்வண்ணநோய் எதிர்ப்புத்திறன் பெற்ற 'அகதி அவரை' (refugee bean) என்ற வகையினைப் பியர்ஸ் (Pierce) என்பவரும், வாக்கெர் (Walker) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர்.

ஓம்புயிரியில் ஒரு வைரஸ் நோய் மற்றொரு நோய் வராதவாறு விலக்கி விடுகின்றது என்று தங் (Thung, 1931), சாலமன் (Salaman, 1933), குன்கெல் (1934), பிரைஸ் (Price, 1934),

கே. எம். ஸ்மித் (1935) முதலியவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். இவ்விதமான வைரஸ் நோய் விலக்கு ஒரே மாதிரியான வைரஸ் நோய்களிலும், வைரஸ் வகையிலும் தான் ஏற்படுகிறது. புகையிலைப் பல்வண்ண நோயின் ஒட்டுண்ணியில் நோய்க்கு இடம் கொடுக்கும் தன்மை ஊட்டப்பொருள்களினால் பாதிக்கப்படுகிறதென்று ஸ்பென்சர் (Spencer) கண்டுபிடித்தார்.

தாவர நோய்த் தடுப்பு முறைகள் (The Control of Plant Diseases): தாவர நோயியல் அறிவில் நடைபெறும் ஆராய்ச்சிகள் யாவும் நோய்த் தடுப்பு முறைகளைக் கடைப்பிடிக்க வேண்டும் என்ற குறிக்கோளின உடையவையாக இருக்கின்றன. தாவர ஒட்டுண்ணிகளால் விளைச்சலில் சுமார் 20 சதவீதப் பொருளாதார விரயம் (economic loss) ஏற்படுகிறது. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் 1951 முதல் 1960 ஆம் ஆண்டு வரை நோயினால் 4 பில்லியன் டாலர் (billion dollar) விரயம் ஏற்பட்டது எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

பழைய ஏற்பாட்டில் (Old Testament) பழங்காலத்தில் வாழ்ந்த ஹிப்ருக்கள் தானியங்களிலும், திராட்சைகளிலும் கொலை நோயும் மில்டியூ (milldew) நோயும் இருப்பதை அறிந்திருந்தனர். கிரேக்கத் தத்துவ ஞானியான தியோஃபிரேஸ்டஸ் பயிர்களுக்கு உண்டான நோய்களையும், அவற்றின் காரணத்தையும், தவிர்க்கும் முறையையும் சொல்லியிருக்கிறார். பழங்காலம் முதற்கொண்டு இந்நாள் வரை பயிர்களுக்கு ஏற்படும் நோய்களைப்பற்றிய அறிவு இருந்துகொண்டே வந்திருக்கிறது. மத்தியகாலத்தில் நோய்களைப்பற்றிக் குழப்பமான அறிவே இருந்து வந்தது.

இக்காலத்தில் தாவரங்களில் ஏற்பட்ட நோய்களுக்குக் கெடுதி செய்யும் ஆவிகளே (evil spirits) காரணம் என்று மக்கள் நம்பினார்கள்; இதனால் மந்திரமும், மாயமும், பூஜையும் செய்துதான் இவ்விதமான நோய்களைப் போக்க முடியும் என்று நம்பினார்கள். நோயூக்கி நுண்ணுயிரிகளைப்பற்றிச் சரிவர அறிந்திராததே இத்தகைய மூட நம்பிக்கைகளுக்கெல்லாம் காரணமாக இருந்தது. காலப்போக்கில் நோய்களுக்கு அடிப்படையான காரணம் நுண்ணுயிரிகள் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. பிறகு இந்நோய்களைத் தடுக்கும் முயற்சியில் பல நாட்டு அறிஞர்களும் ஈடுபட்டார்கள். இவ்வறிஞர்களில் பிரெவாஸ்ட் (Prevost), ராபெர்ட்சன் (Robertson), நைட் (Knight) என்பவர்கள் முக்கியமானவர்கள்.

நவீனகால நோய்த் தடுப்பு முறைகளுக்கு வித்திட்டவர் பிரான்சு நாட்டு அறிவியலறிஞர் மில்லார்டெட் (Millardet) என்ப

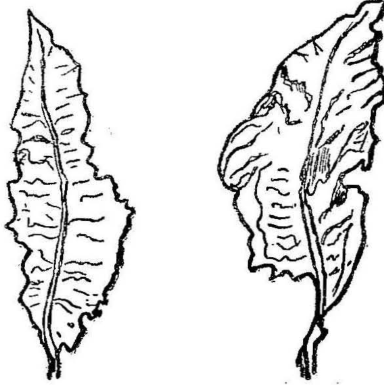
வராவார். இவர் திராட்சையின் மில்டியூ நோய்பற்றியும், அதைத் தடுக்கும் முறைகளைப்பற்றியும் விரிவான ஆராய்ச்சிகளைச் செய்தார்; மயில்துத்தமும், சுண்ணாம்பும் கலந்த 'போர்டோக் கலவை' (bourdeaux mixture) இந் நோயைத் தடுக்கிறது என்று கண்டார். இந் நோயிற்குக் காரணமாக அமைந்த பெரனஸ்போரா (Peronospora) என்னும் பூஞ்சையின் கொனிடியாக்கள் (Conidia) மேற் கண்ட போர்டோக் கலவையில் முளைப்பதில்லை. புதிதாகத் தயாரித்த சுண்ணாம்பு நீருடன் (lime water) மயில்துத்தக் கரைசலைச் சேர்த்துப் (copper sulphate solution) போர்ட்டோக் கலவை தயாரிக்கப்பட்டது. இக் கலவை அமெரிக்கா, இங்கிலாந்து, ஆசியாவின் பல நாடுகளிலும் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. இக் கலவையுடன் ஆர்செனிக் (arsenic) என்ற வேதி நச்சுப் பொருளைச் சேர்த்துப் பூச்சிக்கொல்லியாகவும் (insecticide) பயன் படுத்துகிறார்கள்.

எம். கிரிசென் (M. Crison) என்பவர் வெர்சேல்ஸ் (Versailles) தோட்டங்களின் பொறுப்பாளராக இருந்தார். இவர் சுண்ணாம்புக் கந்தகக் கரைசலை 'ஆய்டியம் டக்கெரி' (oidium tuckeri) என்ற திராட்சைக்கொடியின்மேல் வளரும் பூஞ்சையினை ஒழிப்பதற்காகப் பயன்படுத்தினார். இந்தக் கரைசல் 1880ஆம் ஆண்டில் காலிஃபோர்னியாப் பழத்தோட்டங்களில் (Orchards of California) பயன்படுத்தப்பட்டது. இக் கலவை பீச் மரத்தில் காணும் இலைச் சுருள் நோயினைத் தடுக்க வல்லது என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. நியூட்டன் பி. பியர்ஸ் (Newton B. Pierce), கார்ட்லி (Cardley) முதலியவர்கள், இப் பூஞ்சைக்கொல்லியைப் (fungicide) பயன் படுத்தினார்கள்.

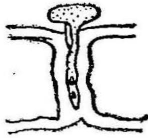
விதைகளில் நோய் வராமலிருக்கப் (disinfection) பிரிவாஸ்ட் (Prevost) செய்த ஆய்வுகளுக்குப் பிறகு ஜென்சென் (Jensen, 1888) என்பவர் ஓட் விதைகளில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் உஸ்டிலாகோ ஸ்போர்களை ஒழிக்க, அவற்றை வெந்நீரில் சிறிது நேரம் வைத்த பிறகு முளைக்கப் போட வேண்டும் என்றும், அவ்விதமான விதைகளிலிருந்து வளர்ச்சியுற்ற பயிர்களில் உஸ்டிலாகோ ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சைகள் இருப்பதில்லை என்றும் கண்டுபிடித்தார்.

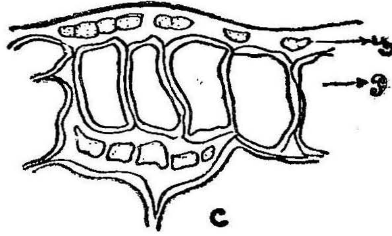
விதைகளின் நோய்த்தடுப்பிற்கு ஃபார்மால்டிஹைடின் (Farmaldehyde) உபயோகத்தைப் பிரான்சு நாட்டைச் சேர்ந்த டிரில்லாட் (Trillat, 1888) என்பவரும், ஜெர்மானிய நாட்டைச் சேர்ந்த கென்தர் (Genther) என்பவரும், வடக்கு டகோட்டாவைச் சேர்ந்த பொல்லி (Bolley) என்பவரும் கண்டுபிடித்தார்கள்.

உருளைக்கிழங்குப் பொருக்கு நோயினைத் தடுப்பதில் ஃபார்மால்டிஹைடு பல நாள்களாகப் பயன்பட்டு வருகின்றது.



A





படம் 32

A. பீச் மரத்தில் காணும் இலைச்சுருள் நோய்
B. பூஞ்சை ஓம்புயிரியில் நுழைதல்
C. டாஃப்ரைனா டிஃபார்மன்ஸ் என்ற பூஞ்சையும், ஓம்புயிரிச் செல்களும்
பூ- பூஞ்சை
ஓ- ஓம்புயிரிச் செல்கள்

ஓட்ஸ், வெங்காய நாற்றுகளில் காணப்படும் ஈரப்பூஞ்சை நோயினைக் (damping off) குணப்படுத்த ஃபார்மால்டிஹைடுத் தூள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆஸ்திரேலிய நாட்டைச் சேர்ந்த டார்னெல் ஸ்மித் (Darnell Smith) என்பவர் காப்பர் கார்

பொனேட் (copper carbonate) என்ற வேதிப்பொருள் கோதுமையில் காணும் பன்ட் நோயினைத் தடுக்கப் பயன்படுத்தினார்கள்.

பாதரச அங்ககச் சேர்மங்கள் (mercury organic compounds) விதை நோய்த் தடுப்பிற்கு ஏற்றவை என 1912ஆம் ஆண்டில் ஜெர்மானியர்கள் கண்டார்கள். 'உஸ்புலென்' (uspulen) என்ற பெயரில் பாதரசக் குளோரோஃபினல் (chlorophenol) சேர்மங்கள் 1915ஆம் ஆண்டில் ஜெர்மனியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இதனை யொத்த குளோரோஃபால் (chlorophol), செமிசான் (semesan) முதலிய வேதிப்பொருள்கள் விதைநோய்த் தடுப்பிற்கெனக் கண்டு பிடிக்கப்பட்டன. கார்னெல் பல்கலைக்கழகத்தில் (Cornel University) ராபெர்ட்சன் (Robertson) போன்ற ஆராய்ச்சியாளர்கள் பூஞ்சைநோய்களுக்குச் சந்தகத் தூளைப் (sulphur dust) பயன்படுத்தும் முறையினைக் கண்டுபிடித்துள்ளார்கள்.

நோயூக்கிகளைக் கொல்லும் மருந்துகளையும், அவை பயன் படுத்தப்படும் விதத்தையும் கண்டுபிடித்ததோடு நில்லாமல், நோய் எதிர்ப்புத்திறன் பெற்ற புதிய தாவர வகைகளையும் (resistent varieties) கண்டுபிடித்தாக வேண்டும். இத் துறையில் முன்னோடியாக இருந்து ஆராய்ச்சி செய்த அறிஞர்களில் போல்லி, ஆர்டன் (Orton), ஃபிரிமேன் (Freeman), ஜான்சன், ஜோன்ஸ் (Jones), நார்டன் (Norton) போன்றவர்கள் சிறப்பானவர்கள்.

நோயை எதிர்த்து நிற்கும் ஆற்றலுடைய பயிர்களினால்தான் வேளாண்மை சிறந்து விளங்க முடியும். ஒவ்வொரு பயிரிலும் நோய் எதிர்ப்புத்திறன் பெற்ற வகைகளைக் கண்டுபிடித்து விட்டால், நோயூக்கிகளின் கொல்லிகளுக்கும், அவற்றைப் பயன் படுத்தும் முறைகளுக்கும் அவசியமே நேராது. ஆனால், இதைச் சாதிப்பதற்குப் பன்னெடுங்காலம் ஆகலாம்.

நோய் தாக்கிய பயிர்களுடன் நோயற்ற பயிர்களைக் கலவிகள் செய்து, பல சந்ததிகளுக்குப் பிறகு அதே அளவு விளைச்சல் உள்ளதும், நோய் வாராததுமான புதிய பயிரினங்களை உண்டாக்கினார்கள். ஃபுசேரியம் (Fusarium) என்ற பூஞ்சை நோய் எதிர்ப்பிற்குரிய பயிர்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ஆர்டன் (Orton) என்பவர் பருத்தி, தருப்பூசணி முதலிய பயிர்களில் நோய் எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற வகைகளைக் கண்டுபிடித்தார். இந் நூற்றாண்டில் பல நாடு களிலும் நோய் எதிர்ப்புத்திறம் பெற்ற பயிர் வகைகளைக் கண்டு பிடிக்கும் முயற்சியில் பல தாவர நோயியலறிஞர்கள் ஈடுபட் டார்கள். கனடா நாட்டில் துருநோய் எதிர்ப்புத்திறன் பெற்ற கோதுமையினைக் கண்டுபிடித்தனர். அமெரிக்க நாட்டில் கூன்ஸ்

(Coons) என்பவரும், அவரது தோழர்களும் 1936ஆம் ஆண்டில் நோய் எதிர்ப்புத்திறம் பெற்ற பீட்ரூட், கரும்பு முதலியவற்றைக் கண்டுபிடித்தனர்.

நோய்த்தடுப்புத் திறன் பல நாடுகளிலும் இணைப்பாகச் செயல்பட வேண்டும். இல்லையானால், ஒரு நாட்டிலிருந்து மற்றொரு நாட்டிற்குச் செல்லும்பொழுது, தாவரங்களுடன் நோயும் சேர்ந்து சென்று விடும். இதைத் தவிப்பதற்காக நோய்க் கண்காணிப்பு முறைகளைக் (quarantine measures) கையாண்டு நோய் பரவாதவாறு தடுக்கிறார்கள்.

19. செல்லியல் வரலாறு
(History of Cytology)

அறிவியலறிஞர்கள் தாவரங்களின் புற அமைப்பியல்புகளைக் கண்ட பிறகு, அவற்றின் உள்ளமைப்பியல்புகளை ஆராய ஆரம்பித்தார்கள்; தாவர உடலங்களும் (plant body), விலங்கு உடலங்களும் ஒரே மாதிரியான அமைப்பு உடையவை என்று முதலில் நம்பினார்கள்; பின்னர் விலங்குகளின் செயலியல் தன்மைகளும், தாவரங்களின் செயலியல் தன்மைகளும் மாறுபட்டவை என்று அறிந்துகொண்டார்கள். தாவர உள்ளமைப்பியல் கண்டு பிடிக்கப்பட்டதற்கு உறுதுணையாக இருந்தது, நுண்ணோக்கிகளின் கண்டுபிடிப்பாகும். நுண்ணோக்கிகளின் உறுதுணையின்றித் தாவர உள்ளமைப்பியலைச் சரிவர புரிந்துகொள்ள முடியாது.

தாவர உள்ளமைப்பியலை அறிந்தபொழுது, தாவரங்களின் உறுப்புகளினுள் காணப்படும் சிறு சிறு அமைப்புகளான, அலகுகளான செல்களைக் கண்டு வியப்பெய்தினர்; பின்னர் செல்களின் முக்கியத்துவத்தையும், அதன் வியத்தகு செயல்களையும் கண்டு வியந்தனர். எனவே, 'செல்லியல்' என்ற ஒரு புதிய துணையியல் உண்டாயிற்று.

17, 18ஆம் நூற்றாண்டுகளில் தாவரவியல் பெரிதும் வளர்ச்சி அடைந்தது. இவ்விதமாக வளர்ச்சி அடைந்ததன் பயனை, 19 ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த தாவர அறிவியலறிஞர்கள் பயன்படுத்திக் கொண்டு, மேலும் பல ஆராய்ச்சிகள் செய்து, பல புதிய உண்மைகளைக் கண்டுபிடித்தார்கள்.

17ஆம் நூற்றாண்டில் நுண்ணோக்கி கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பொழுது, ராபர்ட் ஹூக் (Robert Hooke) என்பவர் அதன் பயனைக் கண்டறியப் பல பொருள்களையும் ஆராய்ந்தார்; இவ்விதம் கார்க்கையும் (cork), மரக்கட்டையையும் (wood) ஆராய்ந்தார். கார்க்

துண்டை நுண்ணோக்கியில் ஆராய்ந்தபொழுது, இவர் அதில் கண்ட தேன்கூடு போன்ற பகுதிகளுக்குச் 'செல்' என்று பெயரிட்டார்.

எனவே, செல் என்னும் சொல்லை முதன்முதலில் பயன்படுத்தியவர் ராபெர்ட் ஹூக் என்பவராகும். உள்ளமைப்பியலறிஞர்களான மால்பிஜி என்பவரும், குரு என்பவரும் செல்களை நுண்ணோக்கியின்மூலம் கண்டு, அவை திசுக்களின் அலகுகள் (units of tissues) என்று கூறினார்கள். இவர்கள் செல் உள்பொருள்களைச் சரிவரக் காணவில்லை, ஆனால் உயிரினங்களின் அமைப்பிலும், வளர்ச்சியிலும், செல்களின் அமைப்பு முறையின் (orgainsation) முக்கியத்துவத்தை இவர்கள் உணர்ந்திருந்தார்கள்.

துட்ராச்செட் (Dutrochet) என்பவர், முதன்முதலில் தனியான செல்களின் முக்கியத்துவத்தை உணர்த்தினார். செல்லின் தன்மைகள், சிறந்த நுண்ணோக்கிகளைக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின் இன்னும் சிறப்பாக ஆய்ந்துணரப்பட்டன. 19ஆம் நூற்றாண்டின் மத்தியில், காய்தல் உவத்தல் இன்றி ஆராயும் சில அறிஞர்கள் செல்லியல் தோன்றக் காரணமாக இருந்தார்கள். இவர்கள் தாவரங்களின் உள்ளமைப்பியலையும், செயலியலையும் புதிய முறையில் அணுகினார்கள். அங்கக வாழ்வின் அலகெற்றுச் செல் கோட்பாட்டினை உண்டாக்கியது 19 ஆம் நூற்றாண்டின் தனிப்பெருஞ் சாதனையாகும். செல்லியல்பற்றிய ஆய்வுகளுக்குப் புதிய செயல் ஆய்வு முறைகளும் (technique) காரணமாக இருந்தன.

செல் கொள்கை (Cell Theory): எம். ஜே. ஷ்லீய்டன் (M. J. Schleiden, 1804-1881) ஜெனாவில் (Jena) பேராசிரியராக இருந்தார். 1838ஆம் ஆண்டில் இவர் வெளியிட்ட ஆய்வுக்கட்டுரை செல் கொள்கைக்கு ஆதாரமாக இருந்தது. இவர் அன்று கூறிய கருத்துகள் யாவற்றையும் இன்றுள்ள அறிஞர்கள் ஒத்துக்கொள்ளாவிடினும், செல்களின் பெருக்கத்திற்கு நியூக்ளியஸ் முக்கியமானது என்ற உண்மையினை, இவர்தான் முதலில் கண்டுபிடித்தார். செல்லில் நியூக்ளியஸ் கண்டுபிடிப்பு செல் வரலாற்றில் புதிய சகாப்தத்தை உண்டுபண்ணியது. நியூக்ளியஸ் அரும்புதலினால் (budding) புதிய செல்கள் உண்டாகின்றன என்ற பழங்காலக் கொள்கையினை ஷ்லீய்டன் மறுத்தார்.

தியோடர் ஷ்வான் (Theodor Schwann, 1810-1882) லோவைன் (Lovain) பல்கலைக்கழகத்தில் பேராசிரியராக இருந்தார். இவர் விலங்குகளின் திசுக்களையும், செல்களையும் ஆராய்ந்தார். இவர் ஷ்லீய்டனின் ஆய்வுக்கருத்துகள் பலவற்றை ஆதரித்தார். பிறகு இருவரும் தம்தம் ஆய்வுக்கருத்துகளைப் பரிவர்த்தனை செய்து

கொண்டார்கள். இவர்கள் இருவரும் சேர்ந்து உண்டாக்கியதே புகழ்பெற்ற 'செல் கொள்கை' ஆகும். 'உயிரினங்களின் அமைப்பிற்கு ஆதாரமாக உள்ளது செல்களே' என்பது இக் கொள்கையின் சாரம்.

வான் மோல் (Von Mohl, 1805-1872) என்பவருக்கு முன்னர் வாழ்ந்த ஆராய்ச்சியாளர்களைவிட, இவர் மிகுந்த முயற்சிகள் எடுத்துக்கொண்டு நியூக்ளியஸ் பெருக்கத்தைப்பற்றியும் (multiplication), செல் பகுப்பினைப்பற்றியும் (cell division) ஆராய்ந்தார். ஆனல், இச் செயல்கள்பற்றித் தெளிவான கருத்துகள் எதையும் தெரிவிக்கவில்லை.

டபுள்யூ ஹாஃப்மீய்ஸ்டர் (W. Hofmeister, 1824 - 1877) என்பவர் செல்கள் அரும்புதலின்மூலம் புதிய செல்கள் உண்டாகின்றன என்ற ஷ்லீய்டனின் கொள்கையினை மறுத்தார். தாய் செல்லின (mother cell) நியூக்ளியஸ் இரண்டாகப் பகுப்பு அடைந்து, ஒவ்வொரு சேய் செல்லிற்கும் (daughter cell) ஒரு பகுதி செல்கிறது என அறிவித்தார். நியூக்ளியஸ் மாறுபடுதற்கு முன், நியூக்ளியஸ் சவ்வும் (nuclear membrane), நியூக்ளியோலஸ்களும் (nucleoli) மறைந்து விடுகின்றன. செல் பகுப்பு முடிவுறும் நிலையில் இரு சேய் நியூக்ளியஸ்களுக்கிடையே சிறு துணுக்குகள் போன்ற தட்டு (granular plate) உண்டாகிறதென்றார். இவர் குரோமோசோம்களை (chromosomes) கண்டறிந்தவர்.

நியூக்ளியஸ் என்பது சிறுபை (vesicle) போன்றது. அதில் சேர்க்கை (composition) தெரியாத பல திரவங்கள் உள்ளன என்றும் அக்காலத்தில் நம்பினார்கள். இறுதியாக நியூக்ளியஸின் அளவையும் உருவத்தையும்விட, அதனுள் அமைந்த பொருள்களை மிகவும் முக்கியமானவை என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

புரோட்டோபிளாசம்: 1844ஆம் ஆண்டில் நாகெலி (Nageli) என்பவரும், வான் மோல் என்பவரும் அந் நாள்வரை செல்களைப் பற்றித் தெளிவடையாமலிருந்த பல கருத்துகளைத் தெளிவாக்கினார்கள்; செல்லில் உள்ள சைட்டோபிளாஸத்தை 'முதல் பை' (primordial utricle) என்று வர்ணித்தார்கள். இதற்குப் புரோட்டோபிளாசம் (protoplasm) என்று வான்மோல் முதன் முதலில் பெயரிட்டார். புரோட்டோபிளாசம் அயோடின் (iodine) சேர்த்தவுடன் மஞ்சள் நிறமாகும். ஆல்கஹால், அமிலங்கள் சேர்த்தவுடன் குழைந்து விடும் (coagulation). புரோட்டோபிளாசத்தில் ஆல்புமின் (albumen) என்ற புரதப்பொருள் அதிகமாக உள்ளது.

தாவரங்களின் இளம் உறுப்புகளில் நைட்ரஜன் மிகுதியாகக் காணப்படும். 'புரோட்டோபிளாசம் மற்ற செல் உட்பொருள்களை விடத் தனியானதொரு பொருள்' என்ற பல கருத்துகளையும் நாகெலி கொண்டிருந்தார்.

'புரோட்டோபிளாசம் உயிரின் இயற்பியல் அடிப்படை' (Protoplasm is the Physical Basis of Life) என்ற கருத்தினை மாக்ஸ் ஷூல்ட்ஸ் (Max Schultz, *1825 1874*) உருவாக்கினார்; எல்லா உயிரினங்களிலும் புரோட்டோபிளாசம் ஒரே மாதிரியானது என்று கருதினார். ராபெர்ட் ஹூக் போன்றவர்கள் கண்ட செல்சுவர் செல்லின் முக்கியமான பகுதி அல்ல என்று உணர்ந்தார்கள்; இருந்தபோதிலும் பழைய 'செல்' என்ற சொல்லையே பயன்படுத்தி வந்தார்கள். செல்கொள்கையினை உருவாக்கியவர்களை மதிக்கும் பொருட்டுச் செல் என்ற சொல்லையே தக்க வைத்துக்கொண்டதாக ஹெர்ட்விக் (Hertwig) என்பவர் கூறுகிறார். 'செல்' என்பது உயிர்த்தன்மை பெற்ற சிறிய 'புரோட்டோபிளாசத் தொகுதி' என்று ஷூல்ட்ஸ் கருதினார். புரோட்டோபிளாசம் மிகவும் சிக்கலான அமைப்பு உடையது என்று செயலியலறிஞரான புருக் (Brucke) என்பவர் கருதினார். தாவர விலங்குகளின் இறுதியான துகள் (ultimate particle) செல் என்றும், அஃது ஓர் எளிய உயிரினத்தை ஒத்தது என்றும் புருக் கூறுகிறார்.

*1849*ஆம் ஆண்டில் ஷ்லீய்டன் எழுதிய நூலும், *1851*ஆம் ஆண்டில் வான்மோல் எழுதிய நூலும் செல்களைப்பற்றிய விளக்கங்களைக் கூறின.

காரா (chara) என்னும் பசும்பாசியில் செல் பொருள்களின் இயக்கத்தினைக் கார்டி (Corti) என்பவரும், பின்னர் டிரெவிரானஸ் (Treviranus, *1807*) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர்.

புரோட்டோபிளாசத்தின் நேர் ஓட்டத்தையும் (streaming movement of protoplasm), மையப்புள்ளியைச் சுற்றிய ஆரப் போக்கு (radial) இயக்கத்தினையும், அசையிழை (cilium) கசையிழை (flagellum) இயக்கங்களையும், தசைநார்களின் இயக்கத்தினைப் பற்றியும் வான்மோல் விரிவாக விவரித்தார்.

குயின்கி (Quineke) என்பவரும், புஷ்லி (Butschli) என்பவரும் செல் இயக்கங்களை எண்ணெய்ப்பசையில் (oil emulsion) வைத்து நுண்ணோக்கியில் ஆராய்ந்து பல உண்மைகளை வெளியிட்டனர்; டிராஸிரா (Drosera) செடியில் உள்ள இலையில் உள்ள சுரப்பி உரோமங்களில் (tentacles) உள்ள செல் உட்பொருள்கள் இயக்

சுத்தியையும், அதிவிரைவில் மாறும் தன்மையையும் கண்டனர். செல் புரோடோபிளாசங்களை இணைக்கும் புரோடோபிளாச இழைகளை (protoplasmic strands) டாங்ல் (Tangl) 1879ஆம் ஆண்டிலும், 1901ஆம் ஆண்டில் ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜரும் ஆராய்ந்தனர். இவ்விதமான இழைகள் தூண்டல் உணர்ச்சிகளைப் (transmission of stimuli) பரிமாறிக்கொள்ளுபவை என்று பெஃபெர் (Pfeffer, 1896) நினைத்தார்; வேமிச்கும் திசுக்களில் ஊட்டப்பொருள்களின் இடப்பெயர்ச்சிக்குப் பிளாஸ்மாடெஸ்மாடா (plasmadesmata) காரணமாக உள்ளது என்று கருதுகிறார்.

புரோடோபிளாசத்தின் அமைப்பு (The Structure of Protoplasm): புரோடோபிளாசத்தைப்பற்றிய முதல் ஆய்வு விலங்குகளின் செல்களிலேயே செய்யப்பட்டன.

1. நியூக்ளியஸிலிருந்து இழைகள் கிளம்பிச் செல் முழுவதும் பரவுகின்றன என்ற இழைக்கொள்கையினை (Fibrillar Theory) ஃபிராம்மேன் (Frommann, 1867), ஃபிளஜர் (Fluger, 1869, 18 1) ஹெய்டென்ஹைன் (Heidenhain, 1868), ஃப்ளெம்மிங் (Flemming, 1882) முதலியவர்கள் உருவாக்கினார்கள்.

2. புரோடோபிளாசத்தில் நுண்மணிகள் முக்கியமான பொருள்கள் என்ற நுண்மணியக்கொள்கையினை (Granular Theory) ஹான்ஸ்டைன் (Hanstein), ஆல்ட்மேன் (Altman, 1886) போன்றவர்கள் ஆதரித்தார்கள். ஹான்ஸ்டைன் இவ்விதமான நுண்மணிகளையொத்த பொருள்களை மைக்ரோசோம்கள் (microsomes) என்று அழைத்தார். ஆல்ட்மேன் என்பவர் நுண்துகள்களைப் பாக்டீரியாவைப் போல் உயிருள்ளவை என்று கருதுகிறார்.

3. புரோடோபிளாசத்தில் காணும் வலை அமைப்புகள் நுரை போன்றது என்று புஷ்லி (Butschli, 1878) கருதுகிறார். இஃது அல்வியோலார் கொள்கை (Alveolar Theory) என்று வழங்கப்பட்டது.

ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் புரோடோபிளாசம் வலை போன்ற அமைப்பை உடையது என்று கருதுகிறார். ஆனால், இவர் வரைந்துள்ள படங்களில் புரோடோபிளாசத்தைக் குறுகிய முறுக்கிய இழைகள் நிறைந்துள்ளதாக வரைந்துள்ளார்.

நாகெலி என்பவர் இடியோபிளாசக் கொள்கையினை (Theory of Idioplasm) உருவாக்கினார். இக்கொள்கையின்படி, புரோடோபிளாசத்தில் பல வகைகள் உள்ளன. அவற்றில் இடியோபிளாசம் என்பதும் ஒன்று. இந்த இடியோபிளாசம், பாரம்பரியப்

பண்புகளை நிர்ணயிக்க உதவுகிறது. இடியோபிளாசத் தொகுதியில் பல சிறு துகள்கள் (micelle) உள்ளன. வளர்ச்சியினால் இத் துகள்கள் பல தொகுதிகளாக மாறுகின்றன. பின்னர் இவை புற அமைப்பியலிலும், வேதியியலிலும் மிகச் சிக்கலான பொருள்களாக மாறுகின்றன. இதற்குத் தானியங்கு முழுமைச் செயல் முறை (The Automatic Perfecting Process) அல்லது இடியோபிளாசத்தின் வரிசை முறை முன்னேற்றம் (Progression of the Idioplasm) என்று பெயரிடுகிறார்.

உயிருள்ள புரோட்டோபிளாசத்தில் தூண்டுதல் உணர்ச்சிகளுக்கு ஈடுகொடுக்கும் தன்மை (response to the stimuli) இருப்பதைப் பல செல்லியலறிஞர்கள் (Cytologists) ஆராய்ந்துள்ளார்கள். ஊறு விளைவிக்கும் வேதிப் பொருள்களினால் செல்லின் புரோட்டோபிளாசத்தில் ஏற்படும் இயக்கத்தினையும் வியாபகத்தினையும் ஹாஃப்மீய்ஸ்டர் (1867) கண்டார்; டிராடெஸ்கான்ஷியா செடியின் உள்ள மகரந்தத்தாள் உரோம செல்களில் (staminal hairs of Tradescantia) உள்ள புரோட்டோபிளாசம், மின்விசையினால் நுண் இழைகளாக இருப்பது உருண்டையான திரள்களாக (globular aggregates) மாறுவதைக் கண்டார். புரோட்டோபிளாசம் பருவ நிலைக்குத் தகுந்தவாறு மாறும்; குளிர் காலத்தில் கூழ் (gel) போன்றிருப்பது வசந்த காலத்தில் திரவப் பகுதியாக (sol) மாறும் என்று பிரீஸ்ட்லி (Priestly, 1930) என்பவர் கண்டார்.

ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சை வைரஸ் நோய்களினாலும், நச்சு உப்புகளாலும், காயங்களினாலும், ஒவ்வாத வெப்ப நிலையினாலும், டார்வின் வர்ணித்தபடி புரோட்டோபிளாசம் திரட்சியாக மாறுகிறதென்று டூஃப்ரெனாய் (Dufrenoy, 1935) கருதினார். மாறும் செல் உடபொருள்களின் அமைப்பைக் காக்கும் சில காரணிகளைப் பற்றியும், அவை எவ்விதம் புரோட்டோபிளாசத்தின் அமைப்பைச் சைட்டோபிளாசம், வாக்குவோல் (vacuole), மைட்டோகாண்டிரியா (mitochondria) இவற்றில் பாதுகாக்கின்றன என்றும் கூறினர்.

செல் சுவர் (Cell Wall): பலவிதமான அமைப்பையும், பொருள்களையும் கொண்ட செல் சுவரைப் பற்றிப் பழங்காலச் செல்லியலறிஞர்கள் வியப்பெய்தினர்கள். 1840ஆம் ஆண்டிற்கு முன்வாழ்ந்த அறிவியலறிஞர்கள் செல் சுவர் வளர்ச்சியைப்பற்றி ஒன்றுமே கூறவில்லை. 1844ஆம் ஆண்டில் பேயன் (Payen) என்பவர், இளம் செல் சுவ்வுகளில் செல்லுலோஸ் (cellulose) இருப்பதாகக் கூறினார்; முதிர்ந்த செல் சுவர்களில் பல அங்கக (organic), அனங்கப் பொருள்கள் (inorganic substances) சேர்ந்திருப்

பதனால் அவற்றின் இயற்பியல் வேதிப் பண்புகள் மாற்றம் அடைகின்றன என்று கூறுகிறார். தொடர்ச்சியான சைட்டோபிளாசத்தினால் செல் சுவர் எவ்விதமாகவோ உண்டாகிறது என்று ஷ்லீய்டன் கூறுகிறார். பூஞ்சைகளின் செல்சுவர்களில் 'பூஞ்சை செல்லுலோஸ்' (fungus cellulose) என்ற பொருள் இருப்பதாக 1884ஆம் ஆண்டில் டி பாரி என்பவரும், கைடின் (chitin) என்னும் பொருள் இருப்பதாக வான் விஸ்ஸிலிங் (Van Wisselingh) என்பவரும் 1898ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார்கள்.

மகரந்தத்தாய்ச் செல் (pollen-mother cell) வளர்முறையினை ஆராய்ந்தபொழுது, இரண்டாம் சுவர் (secondary wall) அமைகிறதென்று நாகெலி கண்டுபிடித்தார். இவர் செல்சுவரில் உள்ள மாவுமணிகள் (starch grains) இடையூட்டுச் செருகல் மூலம் (intussusception) வளருகின்றன என்று எண்ணினார். செல்சுவர்களில் உள்ள பொருள் அடுக்கப்பெறுவதால் (apposition), செல் சுவர்கள் வளர்ச்சியடைகின்றன என்று ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் எண்ணினார். செல்களில் புரோட்டோபிளாசம் உள்ளதென்றும், அதில் புதிய பொருள்கள் சேரலாம் என்றும் இவர் கருதினார். செல்சுவர்களிலும் புரோட்டோபிளாசம் இருக்கலாம் என்று டப்பர் கேரி (Tupper Carey), பிரீஸ்ட்லி (*1923*), டாஃபைன் (Dauphine, *1934*) கருதினார்கள்.

இரண்டாம் செல்சுவர்களின் மூலக்கூறுகள், மற்ற நோக்குகளைவிடத் திருகு முறையில் (spiral) அமைந்துள்ளதால், அவை இழைகள் போன்றவை என்று வான் மோல் (*1851*) கருதினார். X-கதிர்களின் (x-ray) மூலம் சோதனை செய்து பார்த்ததில் வான் மோலின் கருத்து உண்மை என்று பின் வந்த அறிஞர்கள் ஒப்புக்கொண்டார்கள். ஸ்பான்ஸ்லர் (Sponsler), டோர் (Dore), மேயர் (Meyer), மார்க் (Mark) முதலியவர்கள் ஆராய்ந்து செல்லுலோஸினால் ஆகிய இழைகளுடைய சுவர் குளூகோஸ் (glucose) மூலக்கூறுத் தொடர்களால் (molecular chains) இணைக்கப்பட்டுள்ளவை எனக் கருதினார்கள்.

வலோனியா (Valonia) என்னும் பசும்பாசியில் செய்த சோதனையில் செல் சுவர்கள் மிகவும் மெல்லிய நுண்ணிய அடுக்குகளால் (microscopic lamellae) ஆக்கப்பட்டவை என்று ஸ்பான்ஸ்லர் கூறுகிறார்; இவ்வடுக்குள் பல சுற்று வளையங்களில் (concentric rings) அமைந்திருக்கும் என்றும் கருதினார். குளூகோஸ் மூலக்கூறுகள், செல்சுவரின் உட்பக்கத்தில் அடுக்கு முறையில் சேர்க்கப்படுகின்றன என்று ஸ்பான்ஸ்லரும், டோர் என்பவரும் எண்ணினார்கள்.

'செல் சுவர்கள் சிறு தகடுகள் போன்றவை; அவற்றுள் செல்லுலோஸ் இணையப்பெற்ற இழைகளாகச் சூழலுக்குத் தக்கவாறு பல

அளவுகளில் நுண்துளைகளுடன் அமைந்து உள்ளன' என்று பெய்லி (Bailey, 1939) கருதுகிறார். லிக்னின் (lignin) முதலிய துணைச் செல் சுவர்ப்பொருள்கள் (additional cell wall materials) செல்லுலோஸ் களத்தின் நுண் துளைக்குள் நுழைந்து தன்னிச்சையான தளங்களை உண்டாக்குகின்றன.

காய்களில் காணும் கெட்டியான பகுதிகளில் பெக்டோஸ் (pectose) என்னும் பொருள் காணப்படுகிறதென்று எட்மண்டு ஃபிரெமி (Edmund Fremy, 1814 - 1894) கண்டார். காய்களில் காணும் புரோட்டோபெக்டின் (protopectin) என்ற பொருளும் கனிச் சாறுகளில் காணும் கரையும் பெக்டிக் பொருள்களான பெக்டின் (pectin) என்ற பொருளும், மிகவும் பழுத்த பழங்களில் காணும் பெக்டிக் அமிலம் (pectic acid) என்ற பொருளும் ஆகிய மூன்று விதமான பெக்டிக் பொருள்கள் உள்ளன என்று தற்கால வேதியியலறிஞர்கள் (chemists) கருதுகிறார்கள். செல்லுலோஸ், பெக்டோஸ் (pectose) என்னும் பொருள்கள் எவ்வாறு செல் சுவர்களில் பரவியுள்ளன என்பதை மாங்கின் (Mangin) என்பவர் ஆராய்ந்தார்.

பேரென்கைமா (parenchyma), ஆக்குத் திசுக்கள்(meristematic tissues), கோலென்கைமா (collenchyma), ஃபுளோயம் (phloem) போன்ற செல்களின் செல் சுவர்களில் புரோட்டோபெக்டினும், பெக்டிக் அமிலமும் காணப்படுகின்றன. புரோட்டோபெக்டின் கரையாத அமிலமாக இருந்து நீர்த்த கரைசலின் (aqueous solution) நேர்மின் அயனிகளுடனோ (positive ions) அல்லது உப்புகளுடனோ சேரும் என்று தேவாக்ஸ் (Devaux, 1896) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

நியூக்ளியஸ் (Nucleus): 1870ஆம் ஆண்டிலிருந்து 1880ஆம் ஆண்டு வரையிலான காலத்தில் நியூக்ளியஸைப்பற்றி ஷ்னீடர் (Schneider), ஃபால் (Fol), அவுர்பாக் (Aurbach), புஷ்லி, ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர், ஹெர்ட்விக், ஃபிளெமிங் (Flemming), வான் பெனிடன் (Van Beneden), ராப்ல் (Rabl), போவேரி (Boveri) முதலியவர்கள் ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொண்டார்கள். இவர்கள் கொண்ட ஆராய்ச்சிகளின் முடிவாக எழுந்த கருத்துகளாவன :

செல், தானாகவே தோன்றியதாக (spontaneous) உண்டாவதில்லை; மற்றொரு செல்லில் இருந்து பகுப்படைந்து உண்டாகிறது. அதேபோல நியூக்ளியஸும் புதிதாகப் படைக்கப்படாமல் மற்றொரு நியூக்ளியஸின் பொருள்களிலிருந்து உண்டாக்கப்படுகிறது. நியூக்ளியஸ்பற்றித் தாவரவியலறிஞர்களும் (Botanists), விலங்கியலறி

ஞர்களும் (Zoologists) ஒன்றாகச் சேர்ந்து ஆராய்ந்தார்கள். இவர்களுடைய ஆட்வின் பயனாக அறிவியலுலகம் பயனடைந்தது.

எடார்டு ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் (1844-1912) என்பவர் வார்சாவில் (Warsaw) ஜெர்மானியப் பெற்றோருக்குப் பிறந்தவர். இவர் பான் (Bonn), ஜெனு (Jena) என்ற நகர்களில் கல்வி கற்றார்; தாவரவியல் பேராசிரியராகவும், ஜெனுவில் உள்ள தாவரவியல் பூங்காவின் இயக்குநராகவும் இருந்தார்; பான் பல்கலைக்கழகத்தில் இவர் செல்லியல் ஆராய்ச்சிக்கூடம் (Centre for Cytological Research) ஒன்றை நிறுவினர். அதில் ஜெர்மன் நாட்டு மாணவர்களுடன் பல நாடுகளில் இருந்து பல மாணவர்களும் வந்து ஆராய்ச்சியை மேற்கொண்டனர். ஹாஃப்மீய்ஸ்டர் சொல்லிப் போந்த சந்ததி மாற்ற ஆராய்ச்சியை ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் தொடர்ந்து நடத்தினர்; பூக்கும் தாவரங்களிலும் (angiosperms), ஜிம்னோஸ்பெர்ம்களிலும் உள்ள கருப்பையை (embryo sac) விவரித்து, பூக்கும் தாவரங்களில் காணும் இரட்டைக் கருவுறுதலையும் (double fertilisation) விளக்கினர். இவர் 1875ஆம் ஆண்டில் வெளியிட்ட நூல், செல்லியலறிஞர்களுக்கு வழிகாட்டியாக விளங்கிற்று. நுண்ணோக்கி திருத்தம் பெற்றதாலும், செல்லியல் ஆய்வுச் செயல்முறைகள் திருத்தம் பெற்றதாலும் இவரது ஆய்வுகள் வெற்றி பெற்றன. செல் பகுப்பின்போது (cell division) குரோமோசோம் இல்லாத கதிர் இழைகள் (achromatic spindle fibres) செல்தட்டு (cell plate) உண்டாக்கும் முறையை விளக்கினர். இவர் 'பொடானிஷெஸ் பிராக்டிகும்' (Botanisches Practikum) என்ற நூலை எழுதினர். இது பல மொழிகளில் மொழி பெயர்க்கப்பட்டும், பல பதிப்புகளாகவும் வெளியிடப்பட்டன. இவர் நோல் (Noll), ஷென்க் (Schenck), ஷிம்பெர் (Schimper) ஆகிய அறிஞர்களுடன் சேர்ந்து, 'லேஹர்பக் டெர் பொடானிக்' (Lehrbuck der Botanic) என்ற புகழ்பெற்ற மற்றொரு நூலையும் எழுதினர்.

ஃபிளெம்மிங் (1879) என்பவர் மறைமுகமான செல்பகுப்பின் போது (indirect division) நியூக்ளியஸின் பல்வேறு நிலைகளையும், படம் வரைந்து விளக்கிக் காட்டினர்; செல்களில் நுண்ணோக்கியில் தெளிவாகக் கண்டறிவதற்கான அமைமையும் (fixing), சாயம் தோய்த்தல் முறையையும் (staining) கண்டுபிடித்தார்; 1880ஆம் ஆண்டில் நியூக்ளியஸ் பகுப்பின்போது குரோமோசோம்கள் நீள் பகுப்படைகின்றன என்றும், 1882ஆம் ஆண்டில் தாய் நியூக்ளியஸிலிருந்து ஒவ்வொரு நியூக்ளியஸும் ஒரு பாதி அளவு குரோமோசோம்களைப் பெறுகின்றன என்றும் கண்டுபிடித்தார். இவர் கூறிய உண்மையினை ஈ. ஹியூசெர் (E. Heuser) என்பவரும், கய்க்னார்டு (Guignard) என்பவரும் ஆராய்ந்து, 1883ஆம் ஆண்டில் சரியென்று

ஒப்புக்கொண்டனர். செல்பகுப்புகள் எப்பொழுதும் சரிபாதியானவை. அதனால் ஒவ்வொரு சேய் நியூக்ளியஸும், மற்றொரு நியூக்ளியஸை ஒத்தது. இவை இரண்டும் சேய் நியூக்ளியஸை ஒத்துள்ளன. முதல் தாய் நியூக்ளியஸ் எத்தனை குரோமோசோம்களைக்கொண்டிருந்ததோ, எத்தகைய பண்புகளைக்கொண்டிருந்ததோ, அவைதாம் சேய் நியூக்ளியஸ்களிலும் காணப்படுகின்றன.

வளர்சிதைமாற்றம் முழுவதும் குரோமோசோம்களின் தனித்தன்மை (individuality) பாதுகாக்கப்படுகிறதென்று வான் பெனிடன் (Van Beneden, *1883*) கண்டுபிடித்தார். இம் முடிவு சரியானதென்று தாவர செல்களை ஆராய்ந்து ரோசன்பர்க் (Rosenberg, *1909*) என்பவரும், நவாஷின் (Nawaschin, *1915*) என்பவரும் ஒத்துக்கொண்டார்கள். ஒவ்வோர் உயிரினத்திற்கும் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை நிலையானது என்று பொவேரி, வான் பெனிடன், ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் என்பவர்கள் தீர்மானித்தார்கள்.

கிரிபிஸ் (Crepis) என்ற பேரினத்தை ஆராய்ந்து குரோமோசோம்களின் தனித்தன்மையினை பாப்காக் (Bobcock, *1937*) என்பவர் நிரூபித்தார். குரோமோசோம் அல்லது புரோகுரோமோசோம் (pro-chromosome) என்பது நிலைத்த அலகுடையது என்றும், அதன் வடிவம் ஓய்வு நிலையிலிருந்து (resting stage) மைடாடிக் பகுப்புக்குச் (mitotic division) செல்லும்போது மாறும் என்றும் கில்லர்மாண்ட் (Guillermond) கூறினார்.

மேற்கண்ட உண்மைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதால் மரபியல் தொடர்ச்சி நியதி (Law of Genetic Continuity) நிலைநாட்டப்பட்டு, அதனால் மரபியலில் (genetics) பல புதிய ஆராய்ச்சிகளுக்கு வழி வகுக்கப்பட்டது. *1866*ஆம் ஆண்டில் எர்னெஸ்ட் ஹெக்கெல் (Ernest Haeckel) என்பவர் செல்லின் உள்ள நியூக்ளியஸ்தான் பாரம்பரியத்திற்கு முக்கியமான பகுதி என்று கண்டுபிடித்தார்.

பூக்கும் தாவரங்களில் உள்ள இனப்பெருக்கு செல்களில் குன்றல் பகுப்பு நடைபெற்று, அதனால் ஸ்போரோஃபைட் (sporophyte) நியூக்ளியஸில் உள்ள குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையில் பாதி அளவுக் குரோமோசோம்களே கேமிடோஃபைட்டில் (gametophyte) காணப்படுகின்றன என்று ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் *1888*ஆம் ஆண்டில் நிரூபித்தார்.

குன்றல் பகுப்பு (meiosis or reduction division) மகரந்தத்திலும் கருப்பையிலும் நடைபெறுகிறது. இதனைச் சய்க்னர்டு லிலியம் (Lilium), ஸெரடாஸாமியா (Ceratozamia) செடிகளின் மகரந்தத்

னாய் செல்களில் கண்டுபிடித்தார். இம் மாதிரியான குன்றல் பகுப்பு மரங்களிலும், பரணிகளிலும் நடைபெறுகிறதென்று ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜெர் 1893 ஆம் ஆண்டில் நிருபித்தார். இதற்காக இவர் பாரஃபின் மெழுகினை (paraffin wax) உபயோகித்து, ஆஸ்மண்டா (Osmunda) என்னும் பரணியில் துண்டுகளை (sections) எடுத்தார். விலங்குகளிலும், தாவரங்களிலும் குரோமோஸோம்கள் எண்ணிக்கையில் பாதியாகும். குன்றல் பகுப்பினை ஆராய்ந்த ஃபார்மர் என்பவரும், மூர் (Moore) என்பவரும் முதன்முதலில் மியாஸிஸ் (meiosis) என்ற சொல்லைப் பயன்படுத்தினர். இதே மாதிரியாக ஒருமயம் (haploid), இருமயம் (diploid) என்ற சொற்களும் பயன்படுத்தப்பட்டன.

இக் காலத்தில் இயல்பிற்கு மாறான குரோமோஸோம் எண்ணிக்கையுள்ள செல்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. மிஸ் லட்ஸ் (Miss Lutz, 1912) என்பவர் ஒனோதீராச் (Oenothera) செடியில் மும்மயங்களை (triploid) கண்டுபிடித்தார். இதே ஆண்டில் பிரைமுலா கியூவென்ஸிஸ் (Primula Kewensis) என்னும் செடியில் நான்கு மயங்களை (tetraploid, 4x) டிக்பி (Digby) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். பல கலப்புயிரி ரோஜா இனங்களில் (hybrid roses) மும்மயங்களும் (3x), நான்கு மயங்களும் (4x) இருப்பதை டாக்கோல்ம் (Tackkholm) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். ஹையாசிந்த் (Hyacinth) செடிகளில் மும்மயங்கள் இருப்பதாக டி மால் (De Mol) என்பவர் கண்டுபிடித்து, விதையிலாப் பெருக்கத்தின்மூலம் (vegetative propagation) அதை நிலைத்திருக்கச் செய்ய முடியும் என்றும் கூறுகிறார்.

மும்மயத் தக்காளியின் இலைகளும், இலைக்காம்பும் பெரிதாகக் காணப்படும் என்றும், அவற்றின் மகரந்தம் வளமற்றது (sterile) என்றும், லெஸ்லி (Lesley) என்பவரும், மான் (Mann) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர். இவை இயல்பான தக்காளியினின்று கனி அமைவிலும், வளர்ச்சி வீதத்திலும் மாறுபடுகின்றன என்று லெஸ்லி என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

கிரிபிஸ் பேரினத்தில் நவாஷின் (Nawaschin, 1925, 27) 3, 4, 5 மடங்கு குரோமோசோம்களைக் கண்டுபிடித்தார். மாறுபட்ட எண்ணிக்கையில் குரோமோசோம்கள் இருப்பதற்கு ஹிட்டிரோ பிளாய்டி (heteroploidy) என்று பெயர். 1921ஆம் ஆண்டில் டாக்கோல்ம் என்பவர் (2x−1), (2x+1) அல்லது (4x+1) என்ற விதங்களில் குரோமோசோம்கள் இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார். இவ் வகை அமைப்பிற்கு அனுபிளாய்டி (aneuploidy) என்று

பெயர். சடுதிமாற்றம் (mutation) பெற்ற ஊமத்தையில் (Datura) குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை குறைந்ததால், தாவர அமைப்பிலும் செயலியலிலும் அதிகமான அளவில் மாறுதல்கள் ஏற்படும் என்று பிளாக்ஸ்லி (Blackslee) என்பவரும், பெல்லிங் (Belling) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர்.

மரபுவழிப் பண்புகளுக்குரிய அலகுகள் (inheritance units) குரோமோசோம்களில் நீள்வரிசையில் அமைந்துள்ளன என்று ரூக்ஸ் (Roux) என்பவரும், விஸ்மேன் (Weismann) என்பவரும் கூறினர். அருகருகே வந்து சேர்ந்த குரோமோசோம்கள் இல பகுதிகளில் இணைந்து, குரோமோசோம் பகுதிகளைப் பரிமாற்றம் செய்துகொள்ளுகின்றன என்று 1892ஆம் ஆண்டில் ரக்கெர்ட் (Ruckert) என்பவர் கூறினார். 'ஒன்றாக வந்து சேர்ந்த குரோமோசோம்கள் முறிந்து குன்றல் பகுப்பின்போது மீண்டும் இணைகின்றன' என்று 1909ஆம் ஆண்டில் ஜான்சென்ஸ் (Janssens) கூறியுள்ளார். இக் காலத்தில் மார்கன் (Morgan) என்பவர், குரோமோசோம்களின் இணைவுக்கொள்கையினை (linkage) கண்டுபிடித்தார். இவரது ஜீன் கொள்கை (Gene Theory) அறிஞர்களது முன்னிலையில் 1926ஆம் ஆண்டு வைக்கப்பட்டது.

'உயிரினங்களின் பண்புகளுக்கு ஆதாரமானவை இணையாக உள்ள ஜீன்கள். இவை குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் இனப்பெருக்கு செல்களில் (reproductive cells) இணைந்துள்ளன. இனப்பெருக்கு செல்கள் முதிர்ச்சி அடையும்போது, இணைந்திருந்த ஜீன்கள் பிரிகின்றன. இதனால் ஒவ்வோர் இனப்பெருக்கு செல்லிலும் ஒரு தொகுதி ஜீன்களே உள்ளன. பல வகையான இணைவுத்தொகுதிகள் (linkage groups) தனித்துப் பிரிந்து ஒழுங்குகின்றன (independently assorted). சில சமயங்களில் ஓர் ஒழுங்கான மாறி இணைவு (crossing over) நடைபெறுகிறது. மாறி இணைதலின் நிகழ்விரைவுகள் (frequencies) ஒவ்வோர் இணைவுத்தொகுதியிலும் நீள்போக்கில் அமைந்துள்ளன என்பதற்கும், அவற்றின் குறிப்பிட்ட அமைவிடத்திற்கும் சான்றுகள் தருகின்றன. மார்கனும், அவரது தோழர்களும், பிளாக்ஸ்லியும் மேலே கண்ட ஜீன் கொள்கையின் அடிப்படையில் பல மரபியல் சோதனைகள் நடத்தினார்கள்.

கேமிட்டுகளின் இணைவு (Syngamy): தாவரங்களின் வாழ்க்கையில் மலர்களில் மகரந்தச்சேர்க்கை நிகழ்ந்தபின், அவை கருவாய் (embryo) உருவாக, மகரந்தத்திலிருந்து உண்டாகிய ஆண் கேமீட்டும் (male gamete), சூலின் கருப்பையிலிருந்து உண்டாகிய

பெண் கேமீட்டும் (female gamete) ஒன்றாக இணைதல் வேண்டும். இதற்குச் 'சின்கமி' (Syngamy) என்று பெயர்.

கருவுறுதலின்போது பாசிகளில் இரு உயிர்ப்பொருள் தொகுதிகள் (masses of living matter) ஒன்றாக இணைகின்றன என்று அங்கெர் (Unger), ஹெட்விக் (Hedwig), வவுச்செர் (Vaucher) முதலியவர்கள் கூறினார்கள். பாசிகள் சில மிகவும் சிறியவையாக இருப்பதனால், நுண்ணோக்கியின்மூலமாக இவற்றில் நிகழும் (சின்கமி) கருவுறுதல் நிகழ்ச்சியைக் காண முடியும். ஃபியூகஸ் (fucus) என்ற பழுப்பு நிறப்பாசியில் (phaeophycae) துரெட் (Thuret, 1853) என்பவர் ஆண்கேமீட்டான விந்து (sperm) பெண் கேமீட்டான முட்டையுடன் கலப்பதைக் கண்டார். வில்லியம்ஸ் (Williams) என்பவரும், ஃபார்மெர்(Farmer) என்பவரும் கருவுறுதல் நிகழ்ச்சியை முற்றிலும் ஆராய்ந்தனர். ஊடகோனியம் (Oedogonium) என்ற பசும்பாசியில் விந்து, ஊகோனியத்தில் (Oogonium) உள்ள ஏற்கும் புள்ளியைக் (receptive spot) கடந்து, முட்டையுடன் கலப்பதைப் பிரிங்ஷீம் (Pringsheim) 1856ஆம் ஆண்டில் கண்டார். இதே மாதிரியாகக் கேமீட்டுகள் கலப்பதைப் பாண்டோரைனவில் (Pandorina) பிரிங்ஷீம் 1869ஆம் ஆண்டிலும், ஸ்பைரோகைராவில் (Spirogyra) டி பாரி என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர். விதைத் தாவரங்களில் (spermatophytes) இத்தகைய கேமீட்டுகளின் இணைப்பினை 30 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜரும், கோரோஷான்கின் (Goroschankin) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர்.

பழுப்புப் பாசிகளில் கேமீட்டுகள் உண்டாவதற்கு முன்னர், குன்றல் பகுப்பு நடைபெறுகிறதென்பதைத் துரெட் (Thuret), ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர், ஃபார்மர், வில்லியம்ஸ் ஆகியவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். ஃபியூகஸ் என்னும் பழுப்புப் பாசி இருமயக் குரோமோசோம் எண்ணிக்கையுள்ள (2x) ஸ்போரோஃபைட்டு எனவும், அதில் உண்டாகும் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் விதைத் தாவரங்களில் உள்ளதைப் போன்ற ஸ்போராஞ்ஜியாக்களாக (sporangia) உள்ளன என்றும் யாமனௌச்சி (Yamanouchi) என்பவர் கருதுகிறார். குன்றல் பகுப்பிற்குப்பின், 4 மெகாஸ்போர்களில் (megaspores) ஒவ்வொன்றும் வெளிப்பெருமல் இருவளமுடைய முட்டை செல்களோடு கூடிய கேமீட்டோஃபைட்டுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. மைக்ரோஸ்போர்கள் (microspores) ஒவ்வொன்றும் ஒரு கேமீட்டோஃபைட்டினை உண்டாக்குகின்றது. ஒவ்வொரு கேமீட்டோஃபைட்டிலும் 16 செல்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு செல்லும் ஒரு ஸ்பெர்மடோசோவாய்டு (spermatozoid) உண்டாக்குகிறது.

தான்றேன்றிச் சந்ததிக் கொள்கை, அறிவியல் உலகினரால் மறுக்கப்பட்டு ஒதுக்கப்பட்டபின், பூஞ்சைகளின் இனப் பெருக்கம் பற்றிய அடிப்படையான உண்மைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ஸ்மட், ரஸ்ட் பூஞ்சைகளில் துலஸ்னி சகோதரர்கள் செய்த ஆய்வும், பெரனோஸ்போரா (peronospora) பூஞ்சையில் ஊகோனியம் (oogonium) கண்டுபிடிக்கப்பட்டதும் (1847-1854) சிறப்பான நிகழ்ச்சிகளாகும். 1857ஆம் ஆண்டில் பிரிங்ஷிம், சாப்ரோலிக்னியாப் (saprolegnia) பூஞ்சையில் ஸூஸ்பொராஞ்ஜியாக்களும் (zoosporangia), ஊகோனியாக்களும் (oogonia) இருப்பதைக் கண்டு பிடித்தார். பிரிங்ஷிம் ஆய்வில் கண்ட பிழைகளை டிபாரி திருத்தினர்; பெரனோஸ்போராவின் (peronospora) இனப்பெருக்கு முறைகளைத் தெளிவாகக் கண்டறிந்தார். இப் பூஞ்சையில் ஆன்தெரிடியல் குழாயிலிருந்து வரும் (antheridial tube) பொருள்கள் ஊகோனியத்தில் உள்ள பொருள்களுடன் சேர்ந்து கருவுறுதல் நடைபெறும் என்று இவர் கண்டுபிடித்தார்.

ஆஸ்கோமைஸீட் பூஞ்சைகளில் (ascomycetous fungi) பாலினச்சேர்க்கை நடைபெறுவதில்லை என்று பிரெஃபெல்ட் (Brefeld) என்பவர் கருதினர். ஸ்மிட், டான்ஜியார்டு போன்றவர்கள் எக்ஸோஸ்கஸ் (excoascus), பெஸைஸா (peziza) ஆகிய பூஞ்சைகளில் இரு நியூக்ளியஸ்களின் இணைவினைக் கண்டார்கள். ஸ்ஃபெரோதிகா (spherotheca) என்னும் பூஞ்சையில் இரு நியூக்ளியஸ்கள் இணைவதை ஹார்பர் (Harper) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

ஆஸ்கோமைஸீட் பூஞ்சைகளின் பூஞ்சை உடலம் (vegetative mycelium) ஒரு மயச் சந்ததியைச் (Haploid Generation) சேர்ந்தது என்றும், கருவுற்ற ஆஸ்கோகோனியமும் (ascogonium), அதிலிருந்து ஆஸ்கஸ் (ascus) உண்டாக்கும் இழைகளும் இருமயச் சந்ததியைச் (Diploid Generation) சேர்ந்தவை என்றும், இரண்டிற்கும் சந்ததிமாற்றம் (Alternation of Generation) நடைபெறுகிறதென்றும் ஹார்பர் நம்பினர். ஆஸ்கஸில் நடைபெறும் இரண்டாவது இணைவு (2nd fusion in the ascus) ஊட்டச்செயல் முறையினுல் (nutritive phenomenon) ஆகிறது. இதனுல் பெரிய உருவமுடைய நியூக்ளியஸ் உண்டாகிறது. இது பெரிய ஆஸ்கஸை உண்டாக்கக் கூடிய அளவில் ஆற்றலுடையதாக உள்ளது.

பரிணாம மட்டத்தின் மேல் நிலையில் உள்ள ஆஸ்கோமைஸீட்டுகளிலும், பெசிடியோமைஸீட்டுகளிலும் (basidiomycetes) இனப் பெருக்கு செல்களில் உள்ள நியூக்ளியஸ்கள் இணையாமல், அவற்றில் உள்ள சைட்டோபிளாசம் கலக்கின்றது என்று கண்டார். இதனுல்

ஆண் நியூக்ளியஸ் (male nucleus) ஒன்றும், பெண் நியூக்ளியஸ் (female nucleus) ஒன்றுமான 'இரட்டை நியூக்ளியஸ்கள்' (dikaryon) அமைந்த ஸைகோட் உண்டாகிறது. குன்றல்பகுப்பு நிகழுவதற்கு முன்னர் இவ்விரண்டு நியூக்ளியஸ்களும் ஒன்றாக இணைந்து விடுகின்றன.

கேமீட்டுகளின் இணைப்பு, ஒவ்வொரு பூஞ்சையின் வாழ்க்கை வட்டத்திலும் ஒவ்வொரு நிலையில் (stage) வரும் என்று கில்லர் மான்சட் அறிந்தார். சாக்கரோமைஸீஸ் லட்விகிய் (Saccharomyces ludwigii) என்ற ஈஸ்ட்டில் நியூக்ளியஸ்களின் இணைவு கான்ஜுகேஷனுக்கு (conjugation) முன்னர் நிகழுகிறது. ஆனால், சாக்கரோமைஸீஸ் எலிப்ஸாய்டிஸ் (Saccharomyces ellipsoides) என்ற ஈஸ்ட்டில் இரு ஒற்றை நியூக்ளியஸ்கள் அருகருகே இணையாமல் ஸைகோட்டில் உள்ளன. ஸைகோட் முளைக்கும்போது இரு நியூக்ளியஸ்களும் இணைகின்றன.

18ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதிவரை பெசிடியோமைஸீட்டுப் பூஞ்சைகள்—பாலினப் பெருக்கம் அற்ற பூஞ்சைகள்—அதாவது இத்தகைய பூஞ்சைகளில் பாலினப் பெருக்கம் நடைபெறுவதில்லை என்று கருதினார்கள். துருப்பூஞ்சைகளைத் தவிர மற்றப் பூஞ்சைகளில் பாலின் செல்கள் (sexual cells) கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. 1892ஆம் ஆண்டில் ரோசன் (Rosen) என்பவர் இஸிடியோஸ்போர்களில் (accidiospores) இரு நியூக்ளியஸ்கள் இருப்பதைக் கண்டார். 1893ஆம் ஆண்டில் சாப்பின் டிரௌஃபி (Sappin Trouffy), டாங்கியார்டு என்பவர்கள் டெலியுடோஸ்போர்களில் (teleutospores) இரு நியூக்ளியஸ்களும் இணைவதைக் கண்டார்கள். 1896ஆம் ஆண்டில் சாப்பின் டிரௌஃபி இஸிடியம் பெற்ற பூஞ்சை உடலத்தின் செல்களில் ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு நியூக்ளியஸ் காணப்பட்டதெனக் கூறுகிறார். துருப்பூஞ்சைகளில் காணும் நியூக்ளியஸ்களை இணைவதையும், சந்ததி மாற்றத்தினையும் தெளிவாக மேரி (Marie, 1900) என்பவர் கண்டுபிடித்துத் தெளிவாக விளக்கினார். துருப்பூஞ்சையில் கேமீட்டோஃபைட் என்பது ஸ்பெரான்ஜியத்திலிருந்து ஆரம்பமாகிறது என்றும், ஸ்போரோஃபைட் சந்ததி இஸிடியோஸ்போர் தாய் செல்லிருந்து ஆரம்பமாகிறது என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

ஃபிராக்மிடியம் (phragmidium) என்ற பூஞ்சையில் தாய் செல்லின் இரு நியூக்ளியஸ் நிலையை (bi-nucleate condition) பிளாக்மேன் (Blackman, 1904), கிரைஸ்மேன் (Chrisman, 1905) என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். இணையும் நியூக்ளியஸ்களோ,

அவற்றின் முன்னோடிகளோ, இணையும் காலமும் விதமும் பல பூஞ்சைகளிலும் பலவிதமாக உள்ளன. இரு நியூக்ளியஸ்களும் இணைவதும், குன்றல்பகுப்பு நடைபெறுவதும் ஒவ்வோர் இனத்திலும் குறிப்பிட்ட காலத்தில் குறிப்பிட்ட விதத்தில் நடைபெறுகிறது. வாகெர் (Wager, *1893*), டான்ஜியார்டு (*1894*), ஹார்பர் (*1902*), நிக்கல்ஸ் (Nichols, *1904*), லெவைன் (Levine, *1913*) ஆகியவர்கள் காளானில் (Agarieus) நியூக்ளியஸ்கள் பெஸிடியத்தில் (basidium) இணைகின்றன என்றும், அதே பகுப்பிலேயே குன்றல் நடைபெறுகிறதென்பதையும் கண்டுபிடித்தார்கள்.

உயர்தாவரங்களில் பாலிலா இனப்பெருக்கு செல்கள் ஒரு தாவரத்தில் உண்டாகின்றன. இவற்றிலிருந்து பாலினப்பெருக்கு செல்கள் தோன்றுகின்றன. இவ்வகையான வாழ்க்கை வட்டத்தில் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று உண்டாகிறது. இஃது உலகில் தாவரங்களின் பரிணாமப் போக்கிலேயே மிகச் சிறந்த, எங்கும் இதுபோல் காண முடியாத பண்பாக விளங்குகிறது.

ஜிம்னோஸ்பெர்ம்களில் பெரிய முட்டைகளும் மகரந்தக்குழாய்களும், பெரிய நியூக்ளியஸ்களும் காணப்படுவதால் ஆராய்வதற்கு வசதியாக உள்ளது. பூக்கும் தாவரங்களைப் போன்ற சந்ததி மாற்றம் இவற்றிலும் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. 'மகரந்தக்குழாய் நுனி திறந்து, அதிலிருந்த இரு ஆண் கேமீட்டுகள் முட்டைக்குள் செல்லுவதை கோரோஷான்கின் (Goroschankin, *1880*) பைனஸ் பியுமிலியோ (pinus pumilio)வில் கண்டுபிடித்தார். அடுத்த ஆண்டில் கோரோஷான்கின் எண்ணிய மாதிரி, இரு ஆண் கேமிட்டுகளும் முட்டையுடன் இணைவதில்லை என்று ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் கண்டுபிடித்தார். இயக்கமுடைய ஸ்பெர்மடஸோஆஸ்டுகளின் வளர்முறை ஸைகஸ்(cycas), ஜிங்கோ (ginkgo) ஸாமியா (zamia) ஆகிய தாவரங்களில் டெரிடோஃபைட்டுத் தாவரங்களில் உள்ள வளர்முறையை ஒத்துள்ளது. இரண்டிலும் மரபியல் வாயிலான நெருங்கிய ஒற்றுமைகள் உள்ளன. ஒரு முட்டையுடன் ஓர் ஆண் கேமிட் இணைவதை ஜிங்கோவில் ஐகெனோ (Ikeno) என்பவர் *1901*ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார். ஸாமியா என்னும் ஜிம்னோஸ்பெர்ம் வகைத் தாவரத்தில் ஸ்பெர்மடோஸோவாய்டின் வளர்முறையையும், கருவுறுதலையும் வெப்பெர் (Webber, *1897, 1901*) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

போர்ச்சுலகாப் பூவின் (Portulaca) மகரந்தம், மகரந்தக் குழாயாக முளைத்துச் சூலின் சூல்துளையை (micropyle) அடைகிற

ஜெ ஜியாம்பாட்டிஸ்டா அமிஸி (Giambattista Amici, 1786-1863) கண்டுபிடித்தார். இதே நிகழ்ச்சியைப் பிரௌன் (Brown) என்பவரும் கண்டுபிடித்தார். ஷ்லீய்டன், ஷாச்ட் (Schacht) என்பவர்கள் மகரந்தக்குழாய் நுனியில் கரு உண்டாகின்றது என்று தவறாக எண்ணினார்கள். கல்ரூய்ட்டர் (Koelreuter, 1761) பூக்கும் தாவரங்களில் நிகழும் மகரந்தச்சேர்க்கையைப் பிழையின்றி விவரித்தார். ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர், கய்க்னார்டு, நவாஷின் முதலியவர்கள் கருவுறுதல் முறையைக் கண்டுபிடித்தார்கள்.

கணிகங்கள் (Plastids): பலவிதமான உருவ அமைப்பைக் கொண்ட பசுங்கணிகங்கள் (chloroplasts) நுண்ணோக்கியியல் அறிஞர்களிடையே ஒரு புதிரை உண்டாக்கியது. காரா என்னும் பசும் பாசியில் புரோட்டோபிளாசம் கண்டுபிடிப்பதற்கு முன், கணிகங்களின் இயக்கத்தினைக் கண்டார்கள்; அவை செல்சாற்றில் நீந்துவதாக நினைத்தார்கள். ஆனால், வான் மோல் என்னும் அறிஞர் பச்சையம் (chlorophyll) கணிகங்களில்தான் காணப்படுகின்றது என்று அறுதியிட்டுக் கூறினார். பச்சையம் பெரும்பாலான தாவரங்களில் பாதி உருண்டை வடிவமாக இருக்கும் என்றும், பாசிகளில் பலவிதமான உருவங்களில் காணப்படும் என்றும் கண்டுபிடித்தார்கள்; கணிகத்திலிருந்து பச்சையத்தைப் பிரித்தெடுத்த பின்னரும் கணிகம் தன் அளவில் மாறாமல் இருப்பதைக் கண்டார்கள். கணிகத்தின் தளத்திற்கு ஸ்ட்ரோமா (stroma) என்று பிரிங்ஷீம் பெயரிட்டார். கணிகங்கள் பை வடிவமானவை என்று ஸ்பிரென்ஜல் (Sprengel), மேயன் (Mayen), அகார்த் (Agardh) முதலானவர்கள் எண்ணினார்கள்.

முல்டர் (Mulder) என்ற வேதியியலறிஞர், பச்சையத்தில் காணப்படும் வேதிப்பொருள்களின் சேர்க்கையை ஆராய்ந்து, அதில் $C_{13}H_{13}N_2O_3$ முதலான தனிமங்கள் இருப்பதாகக் கூறினார். நிறமற்ற கணிகங்கள் அல்லது வெளிர்கணிகங்கள் (leucoplasts) தாவரங்களின் எல்லாப் பாகங்களிலும் இருப்பதாகவும், அவற்றிற்குப் பிராணவாயு கிடைத்தவுடன் பச்சையமாக மாறும் என்றும் முல்டர் எண்ணினார். பச்சையம் எப்பொழுதும் கணிகங்களுடன் தான் காணப்படும் என்று வான் மோல், கருத்தைத் தெரிவித்து, முல்டரின் கருத்தினை ஏற்க மறுத்தார்.

சில சிவப்புப் பாசிகளில் (rhodophyceae) பச்சையம் சிவப்பு நிறமிகளால் (pigment) மறைக்கப்பட்டுள்ளது என்று குட்ஸிங் (Kutzing) கூறினார். முதன்முதலில் பாசிகளின் கணிகங்களில் பைரினாய்டுகள் (pyrenoids) இருப்பதை, 1803ஆம் ஆண்டில்

வவுச்செர் விவரித்தார் 1882ஆம் ஆண்டில் ஸ்மிட்ஸ் அவற்றிற்குப் பைரிணுய்டுகள் என்ற பெயரினைக் கொடுத்தார்.

பாசிகளின் இயங்கு செல்களில் (motile cells) உள்ள கண்புள்ளி (eyespot) என்பது, எக்டோபிளாஸ்ட் (ectoplast) பெரிதாவதால் உண்டாகிறது என்று ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் கூறினர். கிளாடோஃபோரா (cladophora) என்னும் பசும்பாசியில் உள்ள ஸூஸ்போரில் (zoospore) கண்ணாடிவில்லையைப் போன்ற (lens like) அமைப்பின் மேல் நிறமி அடுக்குடன் (pigment layer) கூடிய கண்புள்ளி காணப்படுகின்றதென ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் கண்டுபிடித்தார். ஃபியூகஸ் என்ற பாசியின் ஸ்பெர்மட்டோஸோவாய்டில் கண்புள்ளி இருப்பதைக் கய்க்ஞர்டு கண்டுபிடித்தார். பசும்பாசிகளின் ஸூஸ்போர்களில் கண்புள்ளிகள் புதிதாக உண்டாகின்றன என்று ஓவர்டன் (Overton, 1889) என்பவர் முடிவு செய்தார். பல சமயங்களில் கண்புள்ளியின் அமைப்பும், வேறெயுள்ள கணிகங்களை ஒத்திருப்பதாகவும், சில சமயங்களில் அது எக்டோபிளாஸ்டின் மாறுபாடாக உள்ளது என்றும் ஷார்ப் (Sharp, 1926) கூறினர்.

கணிகங்களுடன் பொதுவாக மாவு இணைந்திருக்கும். பசுங்கணிகங்கள் மாவு மணிகளாகவும், மாவு மணிகள் பசுங்கணிகங்களாகவும் மாறக்கூடியவை என்று நிரூபினர்கள் ஷிம்பர், ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் ஆகியவர்களுடைய ஆராய்ச்சியினுல் வெளிர்கணிகங்கள், பசுங்கணிகங்கள், நிறக்கணிகங்கள் (chromoplasts) ஆகியவற்றிற்கிடையேயுள்ள செயலியல் வேற்றுமைகள் உணரப்பட்டன.

கணிகத்தின் ஸ்ட்ரோமா கடற்பஞ்சு (spongy) போன்றது என்றும், அதன் குழிகளில் பசுந்நிறமி காணப்படுகிறதென்றும் பிரிங்ஷீம், மேயர் போன்றவர்கள் எண்ணினர்கள். நிறமி பல அடுக்குகளில் உள்ளது என்று திமிரியா ஜெஃப் (Timiria Zeff) நினைத்தார்.

சிலாஜினெல்லா (Selaginella) என்ற டெரிடோஃபைட்டுவகைத் தாவரத்தின் கணிகமும், எலோடியா (Elodea) என்ற பூக்கும் தாவரத்தின் நிறக் கணிகமும் குழைவுடையவை (hallow), கட்டையானவை, அவற்றின் மையத்தில் வாக்குவோல்கள் உள்ளன என்றும், அவற்றில் ஒன்றும், அதற்கு மேற்பட்ட மாவுமணிகளும் காணப்படுகின்றன என்றும் ஸிர்க்ல் (Zirkle, 1927) என்பவர் கூறினர். கணிகத்தின் ஸ்ட்ரோமாவில் நிறமி தொடர்பற்ற கிரானு (Grana) போன்றுள்ளதென்று பின்வந்த ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருதினர்கள். பரிணாம மட்டத்தில் உயர்தாவரங்களில் காணப்படும் பசுங்கணிகங்களின் அளவு நிலையானது என்று மோபியஸ் (Mobius)

கருதினர். மக்காச் சோளத்தில் உள்ள பசுங்கணிகத்தின் அளவு அவ்வினத்தில் நிலையானது, பாரம்பரியமானது என்று எய்ஸ்டர் (Eyster, 1929) என்பவர் ஆய்ந்தறிந்தார்.

பாசிகளில் உள்ள பசுங்கணிகங்கள் நீண்டு, சுருங்கி, இரண்டாகப் பிரிகின்றன என்று நாகேலி கருதினர். கணிகங்களின் பகுப்பினைப் பூக்கும் தாவரங்களில் சேனியோ (Sanio, 1846) கண்டு பிடித்தார். பாசிகளில் உள்ள கணிகங்கள் புதிதாக உண்டாவதில்லை என்றும், அவை முன்பே இருந்த பழைய கணிகங்களிலிருந்து தோன்றுகின்றன என்றும் ஷ்மிட்ஸ், ஷிம்பர் ஆகிய அறிஞர்கள் கருதினர்கள். கோலியோகிடே (coleochaete) என்னும் பசும்பாசியில் ஒவ்வொரு கேமீட்டிலும் ஒரு கணிகம் உள்ளது என்றும், சைகோட்டிலிருந்து பகுப்படைந்து உண்டாகும் செல்களிலும் கணிகங்கள் சென்றடைந்து, புதிய கோலியோகிடே பாசியிலும் காணப்படுகின்றன என்றும் ஆலன் (Allen, 1905) என்பவர் கண்டறிந்தார். எல்லா விதமான கணிகங்களும் மைட்டோகோண்டிரியாவிலிருந்து உண்டாகின்றன என்று லெவிட்ஸ்கி (Levitsky, 1910 - 1913), கில்லர்மாண்ட் ஆகியவர்கள் கருதினர்கள். கணிகங்கள் கருச் செல்களில் உள்ள (embryonal cells) மைட்டோகோண்டிரியாவிலிருந்து உண்டாகின்றன. மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் சைட்டோபிளாசத்திலிருந்து புதிதாக உண்டாகின்றன என்று லெவிட்ஸ்கி நம்பினர். மைட்டோகோண்டிரியங்கள் செல்லின் நிலையான உறுப்புகள் என்றும், செல் பகுப்பின்போது அவை ஒரு செல்லிலிருந்து மற்றொரு செல்லிற்குச் செல்லும் என்றும் கில்லர்மாண்ட் கருதினர். கணிகங்கள் உண்டாவது பற்றி கில்லர்மாண்டும், அவரது மாணவர்களான மாஞ்ஜினட் (Mangenot), எம்பெர்ஜர் (Emberger) முதலியவர்கள் ஆராய்ந்து கீழ்க்காணும் முடிவுகளைத் தந்தார்கள் :

1. சில பாசிகள், பிரையோஃபைட்டுகளில் (Bryophytes) உள்ள உடல இனப்பெருக்க உறுப்புகளில் (vegetatively propagating organs) பசுங்கணிகங்களும், மைட்டோகோண்டிரியாக்களும் காணப்படுகின்றன. இவை முன்பிருந்த கணிகங்களிலிருந்தோ, மைட்டோகோண்டிரியாக்களிலிருந்தோ உண்டாகின்றன; ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று உண்டாவதில்லை.

2. பூக்கும் தாவரசெல்களில் காணப்படும் மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் விலங்குகளின் செல்களில் காணப்படும் மைட்டோகோண்டிரியாக்களைப் போன்றிருக்கும். இவற்றில் ஒரு பகுதி மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் பசுங்கணிகங்களாக மாறும்; மற்றொரு பகுதி மாறாமலிருக்கும்.

3. பசுமை நிறம் இல்லாத செல்களில் வெளிர்கணிகங்கள் காணப்படும். இவை மைட்டோகோண்டிரியாவின் உருவத்தைப் பெற்று மாவை உண்டாக்குகின்றன.

4. பசுமையான செல்களில்தான் கணிகங்களுக்கும் மைட்டோ கோண்டிரியாக்களுக்கும் வேற்றுமை காணப்படுகிறது.

5. மைட்டோகோண்டிரியாக்களும் கணிகங்களும் நிலையானவை. எனவே, அவை எல்லாப் பகுப்புகளிலும் கொண்டு செல்லப்படு கின்றன.

வெளிர் கணிகங்கள், பசுங்கணிகங்கள், மைட்டோகோண்டிரி யாக்கள் ஆகியவற்றை இயற்பியல் வேதிச் சோதனைகளில் (physico-chemical tests) ஈடுபடுத்திய பொழுது ஒரே மாதிரியான பலனைத் தந்தன.

பரணிகளின் ஸ்போராஞ்ஜியாக்கள் (sporangia) கேமிட்டோ ஃபைட்டுகள், செலஜினெல்லா, சிவப்புப்பாசி ஆகியவற்றில் மைட்டோ கோண்டிரியாவும், கணிகங்களும் ஒன்றுக்கொன்று மாறிக் கொள்ளுபவையாக உள்ளன. 'மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் என்பவை, பசுமையான தாவரங்களில் அல்லது விலங்குகளில் காணப்படும். கணிகங்கள் என்பவை, தாவரங்களில் மட்டுமே காணப்படும். கணிகங்கள் என்பவை சிறப்பு அமைப்புப் பெற்ற மைட்டோகோண்டிரியாக்கள். இவை பசுமையான தாவரத்தில் ஒளிச்சேர்க்கையில் ஈடுபடுகின்றன. இரண்டும் நெருங்கிய உற வுடையவை. செல்லின் நிலைத்த உறுப்புகள், ஒன்றையொன்று ஒத்திருக்கும்' என்றும் கில்லர்மாண்ட் கூறுகிறார்.

வாக்குவோல்கள் (Vacuoles): தாவரங்களில் வாக்குவோல்கள் இருப்பதை முதன்முதலில் ஸ்பல்லன்ஸானி (Spallanzani) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். செல்களில் உள்ள சைட்டோபிளாசத்தையும், வாக்குவோல்களையும் மேயன் (1835) என்பவரும், ஷ்ளீய்டன் (1842) என்பவரும் பிரித்துணர்ந்தார்கள்.

ஹாஃப்மீய்ஸ்டர் செல்களில் நீர் அகச் சவ்வூடு பரவலின்மூலம் உறிஞ்சப்படுகிறதென்ற டூட்ராச்செட்டின் கருத்தை ஆதரித்தார்; செல் வாக்குவோல்களில் நீர் நுழைந்து, செல்லின் விறைப்புத் தன்மையினை ஏற்படுத்துகிறது என்றும் நம்பினார். புரோட்டோ பிளாசத்தில் உள்ள நீரின் வீதம் ஓரளவிற்கு மேல் அதிகமானால், இது புரோட்டோபிளாசத்தின் உள்ளே சுரந்து விடும். இஃது உருண்டையான பல சிறு வாக்குவோல்களாகின்றது. இதன் பரப்பு

அதிகம் ஆக ஆக, புரோடோபிளாசத்தினால் பிரிக்கப்பட்டு, இறுதியாக ஒரு பெரிய வாக்குவோலாகிறது என்று வாக்குவோலின் தோற்றம்பற்றி ஹாஃப்மீய்ஸ்டர் தம் கருத்தைத் தெரிவிக்கிறார்.

வாக்குவோலின் உள்பொருள்களும், சைடோபிளாசத்தின் உள்பொருள்களும் வெவ்வேறானவை என்று டி விரிஸ் எண்ணினார். 'வாக்குவோலின் சவ்வு பசையுடன் கூடியது, நெகிழ் தன்மையுடையது, உறுதியானது, எனவே, இது சைடோபிளாசத்தினின்றும் மாறுபட்டது' என்று சேம்பர்ஸ் (Chambers) என்பவர் கருதினார். வாக்குவோல லெஸித்தின் (lecithin) என்ற பொருளின் இயற்பியல் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளதால், அது செல்லின் வாழ்க்கையினின்றும் தனிச்சையானது என்று லாயிடு (Lloyd) என்பவரும், ஸ்கார்த் (Scarth) என்பவரும் எண்ணினார்கள்.

வாக்குவோலின் சாறு (vacuolar sap) சைடோபிளாசத்தில் உள்ள சாற்றிலின்றும் மாறுபட்டது. ஆனால், இது செல்கள் வேலை செய்ய மிகவும் இன்றியமையாதது என்று டி விரிஸ் கருதினார். அனிலின் சாயத்தை (anilin dyes) ஏற்கும் முறையில் புரோடோபிளாசத்திற்கும், வாக்குவோலுக்கும் மாறுபாடு உள்ளது எனவும், அதனால் இரண்டும் இருவேறு அமைப்புகளைக் கொண்டவை என்றும் பெஃபெர் கூறுகிறார். ஆக்குத் திசுக்களில் ஒரு காலத்தில் வாக்குவோல்களே இல்லை என்று எண்ணினார்கள். ஆனால், ஆக்குத் திசுக்களில் மிகச் சிறிய வாக்குவோல்கள் எண்ணிக்கையில் பலவாக அமைந்துள்ளன என்று பின்னர்க் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆக்குத் திசுக்களில் காணும் பல சிறிய வாக்குவோல்கள் ஒன்றாகச் சேர்ந்த சில பெரிய வாக்குவோல்களாகின்றன என்று மேலே கூறிய அறிஞர்கள் எண்ணினார்கள்.

வாக்குவோல்கள் புதிதாக உண்டாகின்றன என்ற கருத்தை டி விரிஸ் (1885) மறுத்தார். வாக்குவோல்கள் டோனோபிளாஸ்ட் (tonoplast) என்ற தோற்றுவிகளிலிருந்து உண்டாகியவை என்றும், இவை நிலையான அமைப்புப் பெற்ற செல் உறுப்புகள் என்றும், இவை முன்பு காணப்பட்ட டோனோபிளாஸ்ட்டுகளிலிருந்து தோன்றும் என்றும் டி விரிஸ் கருதினார்.

வான்டீயம் மேற்கூறிய கருத்தை ஆதரித்தார்; ஆனால், வாக்குவோல் தோற்றுவிகளுக்கு ஹைட்ரோலியூஸைட்டுகள் (hydro-leucites) என்று பெயரிட்டார். பாசிகளின் இனப்பெருக்கு செல்களையும், உயர் தாவரங்களின் ஆக்குத் திசுக்களையும் ஆராய்ந்து, வாக்குவோல்கள் முன்பிருந்த வாக்குவோல்களிலிருந்துதான் தோன்றுகின்றன; டோனோபிளாஸ்டிலிருந்து தோன்றுவதில்லை

என்று வெண்ட் (Went) கூறுகிறார். இளம் செல்களில் வலை போன்ற அமைப்புடைய வாக்குவோம் (vacuome) என்ற அமைப்புகள் பின்னர்ச் செல் வளர்ச்சியின்போது வாக்குவோல்களாகின்றன என்று பென்ஸ்லி (Bensley) என்பவர் கருதுகிறார்; வாக்குவோம்கள் கால்கி பொருள்களை (golgi bodies) ஒத்தவை என்றும் கூறினார்.

வாக்குவோம் மைட்டோகோண்டிரியா என்பதும் வேறு வேறானவை என்று கில்லர்மாண்ட் காட்டினார். இரண்டும் வெவ்வேறு விதமான சாயங்களை ஏற்கின்றன.

பூக்கும் தாவரங்களில் உள்ள வாக்குவோல்களில் உள்ள கொலாய்டு பொருள்கள் (colloidal substances) பல தாவரங்களிலும் மாறுபட்ட தன்மையுடையவையாக உள்ளன. பெரும்பாலும் வாக்குவோலில் உள்ள பொருள்கள் ஆல்கஹாலில் கரையக் கூடிய புரதமாகவும், அத்துடன் டான்னின் தொகுதியுடைய (tannin group) பீனால் சேர்மங்களும் (phenol compounds) சேர்ந்தும் காணப்படுகின்றன. இவை ஆன்தோசயானின் சேர்மங்களை ஒத்துள்ளன.

டிராஸிராச்செடியில் (Drosera) உள்ள உணர்வு உரோமங்களில் (tentacles) உள்ள வாக்குவோல்களைப்பற்றிச் சார்லஸ் டார்வின் (Charles Darwin, 1875) ஆராய்ந்தார். இச் செல்களில் சிவப்பு நிறமி இருப்பதனால் வாக்குவோல்களில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் எளிதாகத் தெரிகின்றன. தூண்டப்படாத செல்களில் (unstimulated cells) நிறம்பெற்ற செல் சாறு ஒரே மாதிரியாகப் பரவியுள்ளது. இதில் நிறமற்ற புரோட்டோபிளாசப் பொருள்கள் செல் விளிம்பிலும் (periphery), செல் மையத்தில் வாக்குவோலும் காணப்படுகின்றன. வாக்குவோலைச் சுற்றிலும் சைட்டோபிளாசம் சுழல்கின்றது. ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சை, வைரஸ் முதலியவை இவ்விதமான செல்லிற்கு ஊறு விளைவித்தால், செல்லில் உள்ள பெரிய மைய வாக்குவோல் பல சிறிய வாக்குவோல்களாக மாறுகின்றன என்றும், வாக்குவோல் உள்பொருள்கள் நிறமற்றுப் போகின்றன என்றும் டஃப்ரெனாய் ஆராய்ந்து தம் கருத்துகளை வெளியிட்டார்.

20. மூலக்கூற்று உயிரியல்

(Molecular Biology)

(1) முன்னுரை

எல்லா உயிரினங்களுக்கும் அடிப்படையாக அமைந்த அலகு, உயிருள்ள செல் ஆகும். இந்த உண்மையினைச் சுமார் 100 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் வாழ்ந்த எ. ஜே. ஷ்லியடன் என்ற தாவரவியல் அறிஞரும், டி. ஷ்வான் என்ற விலங்கியல் அறிஞரும் உணர்த்தினர்கள். இதுவே புகழ்பெற்ற 'செல் கொள்கை' எனப்படும். 1859ஆம் ஆண்டில் ஆர். விர்ஷோவ் (R. Virchow) என்பவர் 'செல்கள் முன்பிருந்த செல்களிலிருந்துதான் உண்டாக முடியும்' என்று கூறினர். இத்தகைய கண்டுபிடிப்புகளினல் செல் என்பது உயிருள்ளது என்பது உறுதியாக்கப்பட்டது. இதனுல் செல்லைப் பற்றிய பழைய தத்துவரீதியான கருத்துகளும், உண்மைக்குப் புறம்பான பல கோட்பாடுகளும் மக்களிடையே மங்கி மறைந்தன. இக் காலத்திலிருந்து செல்லைப்பற்றி அறிஞர்கள் அதிக அக்கறையுடன் ஆராய்ந்தார்கள்.

மிகவும் ஆற்றல் வாய்ந்த நுண்ணோக்கியான எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி (electron microscope) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது; செல்லியல் வரலாற்றில் புதிய அத்தியாயத்தையும், புதிய சகாப்தத்தையும் உண்டுபண்ணிற்று. இப் புதிய நுண்ணோக்கியின் மூலமாகச் செல்லியல் ஆய்வுகள் ஒரு புதிய உலகத்திற்கு வழி கோலின. இதைப்பற்றிய ஆய்வுகள் மூலக்கூறு உயிரியல் என்ற புதிய அறிவியலுக்கு வழி வகுத்தன.

புதிய ஆற்றல் வாய்ந்த நுண்ணோக்கியுடன் புதிய கருவிகளும், புதிய ஆய்வுச் செயல் முறைகளும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. உயிருள்ள செல்லின் நுட்பமான அமைப்புகளும், வேலைகளும் ஒரு புதிய கண்ணோட்டத்தில் ஆராயப்பட்டன. உயிரி வேதியல்

அறிஞர்கள் (Bio-chemists) உயிரி வேதியியல் செல்லியல் அறிஞர்களாக (Biochemical Cytologists) மாறினர்கள். இவர்கள் செல்லின் அமைப்பைப்பற்றியும், செல்லில் நடைபெறும் உயிரி-வேதியியல் செயல்களைப்பற்றியும் ஆர்வமுடன் ஆராய்ந்து அறிந்தார்கள். அமைப்பியல் அறிஞர்களும், வேதியியல் அறிஞர்களும் ஒன்று சேர்ந்து மேற்கொண்ட ஆராய்ச்சிகளின் முடிவுகள், அறிவியல் உலகத்திற்குப் பெருத்த அரும்பெரும் விருந்தாயின.

உயிருள்ள செல்லின் செயல் முறை, உள்ளமைப்பைப்பற்றிச் சொல்லும்போழுது 'மாதிரி செல்' (typical cell) என்று ஒன்று கிடையாது என்ற உண்மையைச் சொல்ல வேண்டியிருக்கிறது. செல்கள் பல்வேறு உருவங்களில் அமைந்துள்ளன. உருவ அமைப்பில் எத்துணை மாறுபாடுகளிலிருந்த போதிலும், அவற்றிற் செல்லாம் ஒரு செல் சவ்வு (cell membrane), பல உள்ளுறுப்புகளைக் (organelles) கொண்ட சைடோபிளாசம், நியூக்ளியஸ் ஆகிய வற்றைக் கொண்டுள்ளன. செல்கள் யாவற்றிலும் ஓர் அமைப்பு ஒற்றுமையும் உள்ளது. பசுங்கணிகங்களையுடைய செல்கள், சூரிய ஒளியின் ஆற்றலை வேதி இணைப்பு (chemical bond) ஆற்றலாக மாற்றுகின்றன. தனித்திறம் வாய்ந்த சில செல்கள் வேதி இணைப்பு ஆற்றலை, மின் ஆற்றலாகவும் (electrical energy), இயங்கு ஆற்றலாகவும் (mechanical energy), சில சமயங்களில் ஒளியாகவும் மாற்றுகின்றன. செல்கள் அனைத்தும், அவற்றின் உள்சூழ் நிலையை (internal enviornment) நிலையானதாக்கவும், அவற்றின் அமைப்பைக் காக்கவும் திறம் பெற்றுள்ளன.

செல்லினுள் பல பெரிய மூலக்கூறுகள் (macro-molecules) காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் புரதம் முக்கியமானது. இப் புரதம் எளிய பொருள்களிலிருந்து பல வேதி மாற்றங்கள் அடைந்த D N A என்ற டி ஆக்ஸிரிபோ நியூக்ளியக் அமிலம் (de oxyribo nucleic acid), R N A என்ற ரிபோ நியூக்ளியக் அமிலம் (ribo nucleic acid), ரிபோ சோம்களின் (ribosomes) ஆகியவற்றின் உதவியினால் புரதமாக்கப்படுகின்றன. புரதங்களினலாகிய நொதிகள், பல வேதி மாறுபாடுகளைச் சடுதியில் தோற்றுவிக்கின்றன.

செல்லினுடைய வாழ்வின் ஒரு நிலையில் செல் பகுப்படைந்து, அதன் பொருள்கள் அநேகமாகச் சமமாகப் பிரிக்கப்பட்டு, சைடோபிளாசத் தடுப்புச் சுவரினால் (cytoplasmic septum) இரு செல்களாகின்றன. பகுப்படையும் செல்களிற்சில முக்கியமான வேலைகளைச் செய்யும்பொருட்டு, சிறப்புச் செல்களாக (specialised cells) மாறுகின்றன.

ஒளி நுண்ணோக்கியின்மூலம் ஒரு சிறு கோடு போல் தோற்றம் அளித்த செல் சவ்வு எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் கண்ட பொழுது ஒரு தனி அமைப்புப் பெற்ற, செயலியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த சவ்வு என்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இச் சவ்வு பெரிய மூலக்கூறுகளையும், கண்ணுக்குப் புலனாகும் பொருள்களையும் இயந்திர உட்செலுத்துதல்மூலம் (mechanical injestion) செல் களுக்குள் கொண்டு வருகின்றன.

எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின்மூலம் செல் உட்பொருள் களின் அமைப்பும் தெளிவாக விளங்குகிறது. பசுங்கணிகங்கள் சூரிய ஒளியிலிருந்து ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. மைட்டோகோண்டிரி யாக்கள் ஊட்டப்பொருள்களிலிருந்து ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. இவற்றிலிருந்து பெற்ற ஆற்றல், பாஸ்பேட் இணைப்புகளையுடைய A T P ஆகி, இஃது ஆற்றல் உபயோகப்படுத்தும் வேலைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

மிகச் சிறந்த அமைப்புப் பெற்ற மைட்டோகோண்டிரியாவும், அதே அளவில் இருக்கும் லைசோசோம் (lysosome) பற்றியும் எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியினால் தெளிந்த ஆய்வுகள் நடந் துள்ளன. லைசோசோமில் செரிக்கும் நொதிகள் உள்ளதால், கொழுப்பு, புரதம், நியூக்ளியக் அமிலம் (nucleic acid) போன்ற வற்றை ஆக்ஸிகரணம் செய்து, சிறுபொருள்களாக மாற்றப்படு கின்றன. லைசோசோம் செல்லிற்கு ஒரு தற்காப்புச் செயல் முறை யினையும் (defence mechanism) அளிக்கிறது. சைட்டோபிளாசத்தி லிருந்து செரிக்கும் நொதிகளை லைசோசோம் சவ்வு தனியாகப் பிரிக் கிறது. இச் சவ்வு அறுந்துவிட்டால், அதில் குவிந்துள்ள நொதிகள் செல்லினை அழிக்கும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன.

சைட்டோபிளாசத்தில் சென்ட்ரோசோம் (centrosome), சென்ட்ரியோல் (centriole) ஆகியவை செல் பகுப்பின்போது குரோமோசோம்களைப் பிரிக்க உதவுகின்றன. இச் செயல் விலங்கு செல்களில் மட்டும் சிறப்பாகக் காணப்படுகின்றது. கினிட்டோ சோம்கள் (kinetosomes) என்பவை அசைவிழைகளோ (cilia), கசைவிழைகளோ (flagella) உள்ள செல்களில்தான் காணப்படும். சென்ட்ரோசோம், கினிட்டோசோம்கள் தன்மை ஒத்தவையைத் தருகின்றன.

சைட்டோபிளாசத்தில் 'செல் கூடு' (cyto skeleton) என்ற பார்க்க முடியாத அமைப்பு முறை உள்ளது. இதில் பல விதமான சவ்வு அமைப்புகள் (membrane systems) உள்ளன. கே. ஆர். போர்டெர் (K. R. Porter) இதற்கு எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை (endoplasmic

(reticulum) என்று பெயர் கொடுத்துள்ளனர். இது மிகவும் வளைந்தது; சிக்கலான அமைப்பு உடையது; செல்லின் வெளிச் சவ்விற்கும் உள்சவ்விற்கும் தொடர்ச்சியாக உள்ளது; இரண்டையும் இணைக்கக் கூடியது. இத்தாலிய நாட்டு அறிவியலறிஞரான காமில்லோ கால்கி (Camillo Golgi) என்பவர் கால்கிப் பொருள்களை (golgi bodies) குழலமைப்பான சவ்வுடைய எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையுடன் தொடர்புடையவை என்று கூறுகிறார்.

டார்ப்ஜார்ன் ஒ. கேஸ்பெர்சன் (Torbjorn O. Caspersson) என்பவர் ரிபோசோம்களில் அதிகமான அளவில் RNA இருப்பதாகவும், அவை புரதச் சேர்க்கைக்கு உதவுகின்றன என்றும் கண்டார்.

செல்லைச் சுற்றிலும் உள்ள சவ்வு இரட்டையாக உள்ளது; அதில் வளைவுகளும் சிறு துளைகளும் உள்ளன. துளைகளின் வழியாகப் பெரிய மூலக்கூறுகள் உள்ளிருந்து வெளியேயும், வெளியேயிருந்து உள்ளேயும் செல்லலாம். நியூக்ளியார் சவ்வு (nuclear membrane) எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையை உண்டுபண்ணுகிறது. எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையில் உள்ள நிரலம் நியூக்ளியார் இரட்டைச் சவ்வில் குவிந்துவிடுகிறது.

நியூக்ளியஸில் குரோமேடின் இழைகளும் (chromatin threads), DNAவும் உள்ளன. செல், இரு பகுப்புகள் நடைபெறுவதற்கிடையே 'ஓய்வு நிலையில்' (resting stage) உள்ளபோது, குரோமேடின் நுண்துகள்கள் நியூக்ளியஸில் பரவலாக (diffusion) வியாபித்துள்ளன. இதனால் DNA, நியூக்ளியஸில் அதிக பரப்பளவு உள்ள பொருள்களுடன் தொடர்பு கொள்ள முடிகிறது; அப்பொழுது DNA, RNA மூலக்கூற்றுப் பகுதிகளைச் சேர்த்துக் கொண்டு இரட்டிப்பு அடைகிறது. செல் பகுப்பிற்கு முன், குரோமேடின் இறுக்கமாகச் சுற்றிய குரோமோசோம்கள் குறிப்பிட்ட இனத்திற்குக் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் அமைந்து, அவை இரு செல்களிலும் சென்றடைகின்றன.

ஒளி நுண்ணோக்கியில் பார்க்கும்பொழுது உருண்டையாகத் தோற்றமளித்த நியூக்ளியோலஸ் (nucleolus), எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் கண்டபொழுது ரிபோசோம்களைப் போன்ற சிறு நுண் மணிகளைப் போலத் (Granules) தோற்றமளிக்கின்றன. இவற்றில் RNA அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது. இதனால் இவை புரதச் சேர்க்கைக்குப் பயன்படும் RNAஐத் தயாரிக்கும் பகுதிகளாக உள்ளன. குரோமேடின், நியூக்ளியோலஸ் முதலியவை உருவ

மற்ற புரதத் திரவமான நியூக்ளியார் சாற்றில் (nuclear sap) அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

குறைந்த காலத்தில் நிறைந்த அளவு முன்னேற்றம் அடைந்துள்ள மூலக்கூற்று உயிரியல் என்ற அறிவியல் முன்னேற்றம் அடைந்ததற்குத் தகுந்த ஆய்வுக்கருவிகளும், ஆய்வு முறைகளும் கையாளப்பட்டதே காரணமாகும். சாதாரண நுண்ணோக்கியின் மூலம் செல்லினை ஆராய வேண்டுமானால், அதைப் பல சாயங்களில் (dyes) தோய்த்தெடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். உயிருள்ள செல்களில் உள்ள செல் உட்பொருள்களின் தன்மைகளை ஆராய்வதற்கேற்ற நிலைக்குறுக்கீடு (phase interference), ஒருமுகப்படுத்திய (polarising) ஒளிவிடுகின்ற (fluorescence), ஒளியைப் பலவிதமாக எடுத்துக்காட்டும் நுண்ணோக்கிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

மூலக்கூற்று உயிரியலறிஞர்களின் ஆராய்ச்சிக்கு வேண்டிய முக்கியமான கருவி எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி ஆகும். இதைப் பயன்படுத்தத் தேர்ந்த செயல்முறை வித்தகர்கள் (technicians) தேவை. செல்லின் அமைப்பினை இந் நுண்ணோக்கியின்மூலம் காணப் பல முன்னேற்பாடுகளும் தேவையாய் உள்ளன.

உயிர் வேதியியலும், மூலக்கூற்று உயிரியலுக்குப் பெரிதும் உதவியுள்ளது. மிகவும் வேகத்துடன் சுழலக்கூடிய சென்ட்ரிஃபியூஜ்களும் (centrifuges), நிறமாலை அறிகருவி (chromatography), எலெக்ட்ரோ ஃபோரிஸிஸ் (electro-phoresis) போன்ற கருவிகளும் பெரிதும் உதவுகின்றன.

செல்லின் செயலியல் தன்மைகளை அறியப் பழங்காலத்தில் கொண்ட அளவு முறைகளில் 1/1000 மில்லி மீட்டர் பங்குள்ள சிறிய அளவினையும் அளக்கக்கூடிய கருவிகளும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன, ஆட்டோ ரேடியோகிராஃபி (auto radiography) என்னும் கருவியினால் கதிரியக்கத் தனிமங்களைப் (radio active elements) பயன்படுத்தி, செல்லில் ஏற்படும் மிகச் சிறிய இயக்கங்களையும், செயல்களையும் அறிய முடிகிறது.

செல்லிலிருந்து நியூக்ளியஸை வெளியே எடுத்த உடனே, சைட்டோபிளாசம் உயிர்ப்பதில்லை. நியூக்ளியஸ் பகுதிகளும், நியூக்ளியஸ் இல்லாத பகுதிகளும் அமீபா (Amoeba), பாரமேஷியம் (Paramaecium) போன்ற முன்னுயிரி விலங்குகளிலும் (Portozoan Animals), அஸிடேபுலேரியா (Acetabularia) போன்ற பாசியிலும் சம அளவில் வளர்ச்சி நடைபெறுகின்றது. அஸிடேபுலேரியா, ஜீன்

களும் DNA-யும் இல்லாமல் புரதங்களையும் நொதிகளையும் உண்டாக்குகிறது. இதிலிருந்து நியூக்ளியஸ், DNA போன்ற ஒன்றை அதன் ஆதிக்கத்தினால் உண்டாக்கி, அப் பொருள் நியூக்ளி யஸிலிருந்து சைடோபிளாசத்திற்கு மாற்றப்பட்டுப் பயன்படுத் தப்பட்டு விடுகிறது என்று அறியலாம்.

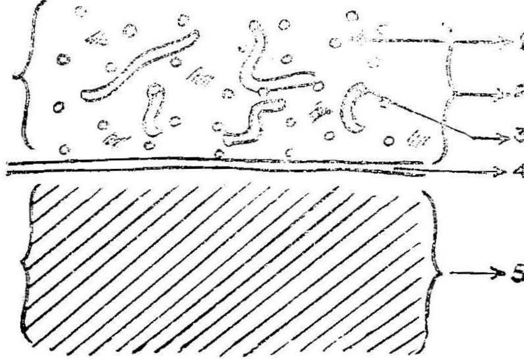
நியூக்ளியஸ் என்பது DNA, RNA போன்ற நியூக்ளியக் அமிலங்களை உண்டாக்குவதற்கேற்ற மையப்பகுதியாக உள்ளது. நியூக்ளியஸிலிருந்து RNA சைடோபிளாசத்திற்குச் செல்கிறது. சைடோபிளாசத்தில் உள்ள ரிபோசோம்களில் புரதச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. சைடோபிளாசத்தில் சுயேச்சையான (indepen-dant) RNA சேர்க்கை நடைபெறுகிறதென்று அஸிடே புலேரியாவில் செய்த சோதனைகளிலிருந்து தெரிய வருகிறது. மேற் கண்ட உண்மைகளிலிருந்து செல் என்பது அமைப்பினால் மட்டு மன்றி, செயலியலினாலும் ஓர் அலகாக (unit) விளங்குகிறது என்பது தெரிய வருகிறது. சுருங்கக்கூறின், உயிரினங்களில் செல் என்பது ஓர் அமைப்பியல் செயலியல் அலகாக (structural and functional unit) விளங்குகிறது.

(2) செல் சுவர் (Cell Wall)

தாவரங்களின் செல்களுக்கும், விலங்குகளின் செல்களுக்கும் உள்ள சிறப்பான வேறுபாடு செல் சுவராகும். செல் சுவர் தாவரச் செல்களில் மட்டுமே காணப்படுகிறது. சில வகையான தாவரங் களின் செல்களுக்குச் செல் சுவர் கிடையாது. உதாரணமாக, பாசிகள், பூஞ்சைகளின் இனப்பெருக்கு உறுப்புகளான ஸூஸ்போர் களுக்கும் (zoospores) கேமீட்டுகளுக்கும் (gametes) செல் சுவர்கள் இல்லை. பால் இனப்பெருக்கத்தில் பங்கெடுத்துக்கொள்ளும் விந்து செல்களுக்கும், முட்டைசெல்களுக்கும் செல் சுவர் கிடையாது. இத்தகைய மிகச் சில விதி விலக்குகளைத் தவிரப் பெரும்பான்மை யான தாவரங்களின் செல்களில் செல் சுவர்கள் உள்ளன.

செல் சுவர்கள் உயிருள்ள செல்களில் தோன்றுகின்றன. எனினும், அவை சைடோபிளாசத்தினுடன் தொடர்பு கொண்டி ருப்பதில்லை. செல் சுவர் நன்றாக வளர்ச்சி அடைந்த பின், அதற் கும் ஏனைய சைடோபிளாசப்பொருள்களுக்கும் எவ்விதமான தொடர்பும் இல்லை. முதிர்ந்த செல்களைப் பிளாஸ்மாடெஸ்மாடா (plasmadesmata) என்ற சைடோபிளாச இழைகள் இணைக்கின்றன. செல் சுவருக்கும் சைடோபிளாசத்திற்கும் இடையே பிளாஸ்மா

சவ்வு உள்ளது. செல் சுவருக்கும் சைட்டோபிளாசத்திற்கும் உள்ள உறவு முறையைப் படத்தில் காணலாம்.



படம் 33. சைட்டோபிளாசத்திற்கும் செல் சுவருக்கும் உள்ள உறவு முறையை விளக்கும் படம்

1. சைட்டோபிளாசத் துண்டுகள்
2. செல் சுவர்
3. நுண் இழைகள்
4. பிளாஸ்மாலெம்மா
5. சைட்டோபிளாசம்

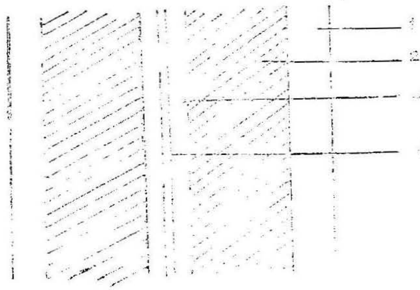
செல் சுவரின் வகைகள் : இரு முக்கியமான செல் சுவர் வகைகள் உள்ளன:

1. பிரைமரி செல் சுவர் (Primary Cell Wall) : இத்தகைய செல் சுவர்கள் வளரும் செல் சுவர்களிலும், உயிருள்ள செல் சுவர்களிலும் காணப்படுகின்றன. இதில் செல்லுலோஸ் (cellulose), ஹெமி செல்லுலோஸ் (hemi cellulose) போன்ற பாலிசாக்கரைடுகளும் (polysaccharides) முக்கியப் பொருள்களாக உள்ளன. பின்னர், இவற்றுடன் லிக்னின் (lignin) முதலிய பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன.

2. செகண்டரி செல் சுவர் (Secondary Cell Wall) : செல்லின் முக்கியமான செயலியல்கள் நடைபெறாத செல்களிலும், இறந்த செல்களிலும் இத்தகைய செகண்டரி செல் சுவர்கள் காணப்படுகின்றன. இதில் அடங்கியுள்ள முக்கியமான பொருள் செல்லுலோஸ். செல்லுலோஸ், இடைப்பகுதிகள் (inter-cellulose spaces), லிக்னின், தண்ணீர், பெக்டிக் சேர்மங்களால் (pectic compounds) நிரப்பப்பட்டுள்ளன. செகண்டரி செல் சுவர்கள் மிகவும் தடிப்

புள்ளவையாய்ப் பிரைமரி செல் சுவருக்குள்ளே பல அடுக்கு களில் காணப்படுகின்றன. செகண்டரி செல் சுவர்களுடைய செல் களில் காணப்படும் பிரைமரி செல் சுவரிலும் லிக்னின் போன்ற பொருள்கள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன.

இவ்வாறாக, இரு செல்களைப் பிரிக்கும் செல் சுவரில் 4 அடுக்கு களைக் காணலாம்.



படம் 34. அடுத்தடுத்துள்ள இரு சூபெரின் படிந்த செல் சுவர்களுடைய செல்களின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

1. செல்லுலோஸ் செகண்டரி செல் சுவர்
2. செல்லுலோஸ் இல்லாத சூபெரின் படிந்த செல் சுவர் அடுக்கு
3. இரு பிரைமரி செல் சுவர்கள்
4. நடு அடுக்கு

(a) மையத்தில் உள்ள இணைக்கும் அடுக்கு. இது நடு அடுக்கு (middle lamella) எனப்படும்.

(b) இதற்கு இருபுறமும் இரு பிரைமரி செல் சுவர்கள் உள்ளன.

(c) பிரைமரி செல் சுவர்களுக்கு இரு பக்கங்களிலும் இரண்டு செகண்டரி செல் சுவர்கள் காணப்படும்.

மேலே கூறிய செகண்டரி செல் சுவர்களில் சில மெல்லிய தடிப்பற்ற பகுதிகளுடன் அல்லது துளைகளுடன் காணப்படும். இவற்றிற்குக் குழிகள் (pits) என்று பெயர். மெல்லிய செல் சுவரு டைய பகுதிக்குக் குழிப் பகுதிகள் (pit fields) என்று பெயர். இளம் செல்களை இணைக்கும் செல் சுவர்களில் சிறிய நுண்துளைகள் உள்ளன. இவற்றின்மூலம் பிளாஸ்மாடெஸ்மாடாக்கள் செல்லு கின்றன.

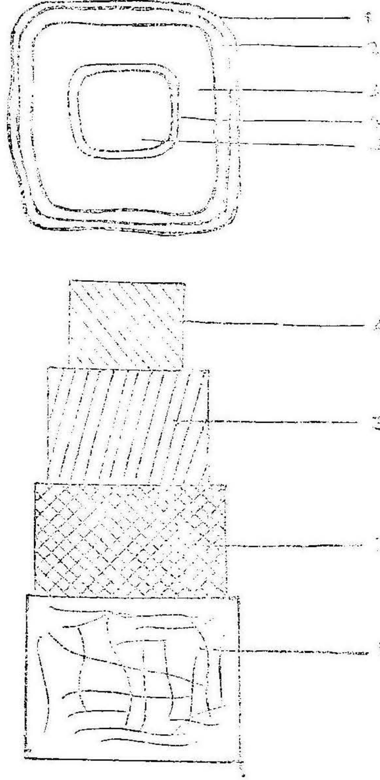
உயர்தாவரங்களின் செல் சுவர்களில் செல்லுலோஸ் முக்கிய பொருளாக உள்ளது. பஞ்சில் (cotton fibre) செல்லுலோஸ் உலர் எடையில் 99 சதவீதமாக உள்ளது. பரிணாம மட்டத்தின் கீழ்நிலையில் உள்ள தாவரங்களில் ஹெமிசெல்லுலோஸ் காணப் படுகிறது. பூஞ்சைகளில் கைடின் (chitin) என்ற பொருள் உள்ளது.

செல்லுலோஸின் மூலக்கூற்று அமைப்பு (Molecular Structure of Cellulose) : செல்லுலோஸ் படிக வடிவம் பெற்றது என்பது, நீண்ட நாள்களுக்கு முன்பே தெரிய வந்தது. 1940ஆம் ஆண்டிற்குப் பிறகு செல் சுவர்களைப்பற்றிய ஆராய்ச்சிக்கு எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி பயன்பட்டது. இதன்மூலம் ஆராய்ந்ததில் செல் சுவர் என்பது இடைப்பொருள் அல்லவென்றும், அதில் பல நுண்ணிய செல்லுலோஸ் இழைகள் அல்லது நுண் இழைகள் (micro-fibrils) காணப்படுகின்றன என்றும், இவற்றிற் கிடையே செல்லுலோஸ் இருப்பதில்லை என்பதும் தெரிய வந்தது. பாசிகள், பூஞ்சைகள், பாக்டீரியா, பூக்கும் தாவரங்கள் முதலிய தாவர செல்கள் அனைத்திலும் இத்தகைய நுண் இழைகள் காணப் படுகின்றன. உயர்தாவரங்களின் நுண் இழைகள் ஒழுங்கான இணை வரிசைகளில் (parallel rows) அமைந்திருக்கும். பாக்டீரியாவிலும், இன்னும் சில தாவர செல்களிலும் நுண் இழைகள் ஒழுங்கின்றி அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

நுண் இழைகளின் அளவு செல்களுக்கேற்றவாறு மாறுபட்டு அமைந்திருக்கும். அவை 1 மில்லி மீட்டர் நீளத்திற்குமேல் இருக்கும்; குறுக்கு வெட்டில் தட்டையாக ரிப்பனைப் போல் காணப்படும். அது 250 ஆ. நீளமும், 60 ஆ. அகலமும் உடைய தாக இருக்கும் (1 mm = 10,000,000 ஆ). மற்ற தாவரங்களில் நுண் இழைகளின் குறுக்கு வெட்டு 60×60 ஆ. அளவுடையதாக வட்ட வடிவமாக இருக்கும்.

எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி கண்டுபிடிப்பதற்கு 10 ஆண்டு களுக்கு முன்பே X கதிர்களின் பகுப்பு ஆய்வினாலும் (x-ray analysis), போலரைசிங் நுண்ணோக்கியினாலும் (polarising microscope) செல் சுவர்களில் நுண் இழைகள் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. செல் சுவரின் மிக நுண்ணிய அலகுகள் மைஸீல்கள் (micelles) எனப்படும். இவற்றில் பல மூலக்கூறுகள் சேர்ந்து அமைந்துள்ளன. நுண் இழைகளில் உள்ள செல்லுலோஸ் மூலக்கூறுகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக அமைந்திருக்கும். சில பகுதிகளில் இந்த ஒழுங்கு சிறப்பாகக் காணப்படும். இவற்றையே மைஸீல்கள் எனப்படும். இவையே படிக வடிவமான பகுதிகள் ஆகும். மைஸீல்

களுக்கிடையே உள்ள மூலக்கூறுகளின் சராசரிப்போக்கு, நுண் இழைகளுக்கு இணையாக இருந்த போதிலும், மைஸீல்களுக்கு இடையே உள்ள மூலக்கூறுகளின் ஒழுங்கு குறைவாக உள்ளது. இப் பகுதிகள் படிகங்களற்ற பகுதிகள் (non-crystallinity) எனப்



படம் 35. ஒரு டிரெக்கீடில் உள்ள நுண் இழை அமைப்பு
1. பிரைமரி சுவர்
2. வெளி அடுக்கு
3. நடு அடுக்கு
4. உள் அடுக்கு
5. லூமென்

படும். மைஸீல்களின் நீளம் 300 முதல் 600 ஆ. வரையிலும் இருக்கும்; குறுக்கு வெட்டு 50 முதல் 70 ஆ. வரை காணப்படும். கூம்புத்தாவரங்களின் (conifers) டிரெக்கீடு (tracheid) செல் சுவரில்

உள்ள நுண் இழை 1 மைஸில் தடிப்புள்ளது. செல்லுலோஸ் மூலக்கூறு 600 ஆ. நீளத்திற்கு அதிகமாக உள்ளது. ஆதலால், ஒரு மூலக்கூறில் பல மைஸில் பகுதிகளும் (படிகப் பகுதிகள்), இடை மைஸில் பகுதிகளும் (inter micellar regions), படிகமில்லாத பகுதிகளும் (non-crystallinity) காணப்படுகின்றன. ஒரு டிரெக்கிடு செல் சுவரில் உள்ள நுண் இழைகளின் அமைப்புப் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இவ்வாறாக, நுண் இழைகளில் இரு நிலைகள் உள்ளன: ஒழுங்கான படிகப் பகுதி ஒன்றும், சிறிது ஒழுங்கற்ற படிகமில்லாத பகுதியும் உள்ளன. இணையாக நெருங்கி அமைந்துள்ள மூலக்கூறுகளையுடைய படிகப்பகுதிகளில் தண்ணீர் நுழைய முடியாது. ஒழுங்கற்ற அமைப்புடைய மூலக்கூறுகள் அமைந்த படிகமில்லாத பகுதியில் மற்றும் பல பொருள்களும் அமைந்துள்ளன. இப்பொருள்கள் உருவமற்றவை; அல்லது படிகமில்லாத வடிவத்துடன் காணப்படுகின்றன. பிரைமரி சுவர்களில், முக்கியமாக, புரோடோ பெக்டினும் (protopectin), ஹெமி செல்லுலோஸும் மிக அதிகமாக உள்ளன. இவற்றில் இணையுள்ள மூலக்கூற்றுச் சங்கிலிகளும் காணப்படுகின்றன. நுண் இழைகளுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளிகளில் சைடோபிளாசம் இல்லாமல் தண்ணீர் மூலக்கூறுகள் இருக்கும்.

செகண்டரி சுவர்களில் பிரைமரி சுவர்களின் செகண்டரி சுவர்களுடைய அடுக்குகளிலும் லிக்னின் சூபெரின் (suberin), குயூடின் (cutin), மெழுகு (wax) போன்ற பொருள்கள் காணப்படுகின்றன. பிரைமரி சுவர்களில் ஹெமி செல்லுலோஸ் இருக்கும் பகுதிகளில் இப் பொருள்கள் செகண்டரி சுவர்களில் அதே இடத்தைப் பெற்றுள்ளன. இவற்றுடன் பெக்டிக் பொருள்களும் காணப்படுகின்றன. செல்லுலோஸினால் முன்பே ஏற்பட்ட, இழுத்து நீட்டக்கூடிய (tensile) வலிமையைப் பெற்றிருந்த செல் சுவர்களுக்கு, லிக்னின் ஒரு நல்ல வலிமையைத் தருகிறது. செகண்டரி செல் சுவரின் உலர் உடையில் பாதிப்பகுதி லிக்னின் ஆக இருக்கிறது. இருப்பினும், செல்லுலோஸ் செல் சுவரில் முக்கிய பகுதியாக விளங்குகிறது. லிக்னினுடைய செல் சுவர்களில் லிக்னின், செல்லுலோஸிற்கும், நுண் இழைக்கும் இடையே அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

செகண்டரி, பிரைமரி சுவர்களின் அமைப்பு: (Structure of Secondary and Primary Walls): செல்லுலோஸ் நுண் இழைகள் இணையான வரிசைகளில் ஒழுங்காக அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இவற்றின் போக்கு குறிப்பிட்டதொரு செல் சுவரின் நிலையானதாக

உள்ளது. நுண் இழைகளின் போக்கு, பிரைமரி செல் சுவர்களில் ஒழுங்கற்றும், செகண்டரி செல்சுவர்களில் உயர்வாகவும் உள்ளது. செகண்டரி சுவர்கள் அடுக்குகளாக உள்ளன. அடுக்குகளில் உள்ள நுண் இழைகள் பல போக்குகளில் அமைந்திருக்கும். உதாரணமாக, பைஸியா (Picea) என்னும் தாவரத்தில் உள்ள டிரக்கீடுகளில் இரு அடுக்குகள் உள்ளன. வெளி அடுக்கில் உள்ள நுண் இழைகள் செல்லைச் சுற்றிலும் தட்டைச்சுருள் (flat spiral) முறையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். உள்ளடுக்கு, செங்குத்தான திருகு (steep spiral) முறையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். பைனஸ் (Pinus) போன்ற மற்ற பேரினங்களில் மூன்று அடுக்குகள் உள்ளன. வெளி இரு அடுக்குகளும் பைஸியாவில் உள்ளவற்றைப் போல் அமைந் திருக்கும். மூன்றாவது உள் அடுக்கில் உள்ள நுண் இழைகள் தட்டையான திருகு முறையில் காணப்படும். பிரைமரி சுவரில் உள்ள நுண் இழைகள் ஒழுங்கற்ற முறையில் அமைந்திருக்கும்.

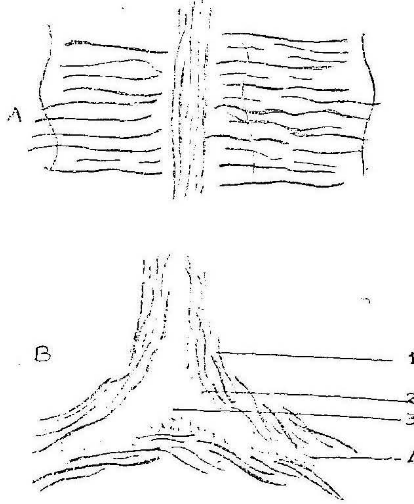
மூங்கில் நார்களில் (fibres) உள்ள செல் சுவர்களில் பல அடுக்குகள் காணப்படும். தட்டையான திருகு முறையில் அமைந்த இழைகள் ஓர் அடுக்கிலும், செங்குத்தான திருகு முறையில் அமைந்த நுண் இழைகள் மற்றோர் அடுக்கிலும் மாறி மாறிப் பல அடுக்குகளில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் வலோனியா (valonia) என்னும் பசும்பாசியில் நூற்றுக்கணக்கான அடுக்குகள் உள்ளன. ஒவ்வோர் அடுக்கிலும் ஒன்று அல்லது இரண்டு நுண் இழைகள் தடிப்பாகக் காணப்படும். இதில் மூன்று விதமான நுண் இழைப் போக்குகள் காணப்படுகின்றன; வலத் திருகு, இடத் திருகு, செங்குத்து அடுக்கு என்ற வரிசையில் திரும்பத் திரும்பக் காணப்படும். இவை உருண்டையான செல்களின் முனைகளில் ஒன்று சேரும். ஒவ்வொரு மூன்றாவது அடுக்கும் ஒரே மாதிரியானது. பல பாசிகளில் இணையான நுண் இழைகள் செல் சுவரில் பல அடுக்குகளை அல்லது கோட்டுப் பகுதிகளை (spriations) உண்டாக்குகின்றன.

செல்களில் காணும் நுண் இழைகள் யாவும் ஒரே திக்கில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் அமைந்த திருகுகளின் கோணங்கள் மாறுபடுகின்றன. நீண்ட செல்களில் செங்குத்து அதிகம் உள்ள திருகுமுறையில் அமைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும்.

குழிப் பகுதிகளில் நுண் இழைகள் அமைந்திருப்பது நிலையாக உள்ளது. குழிப் பகுதியில் உள்ள செல் சுவர், பல திக்குகளிலும் உள்ள நெருங்கி அமையாத குழிப் பகுதிகளைப் பெற்று, அவற்றிற் கிடையே இடைவெளிகளுடன் (gaps) உள்ளது. இங்கும் அங்கும் ஒழுங்கான பெரிய இடைவெளிகள் குழிகளாக உண்டாகின்றன.

குழிப் பகுதியில் சுவர் இரண்டாம் தடிப்பு (secondary thickness) எய்துகிறது. இதில் பல புதிய நுண் இழைகளும், லிக்னின் பொருள் களும் லிக்னின் படிதலோடு அமைந்துள்ளன. இந்த நுண் இழைகள் இணைவரிசைகளில் காணப்படும். வரம்புடைக் குழிகளின் (bordered pits) வளைந்த இணைக்கும் சுவரில் உள்ள இழைகள் பல வளையங் களில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

பிரைமரி சுவருடைய பேரென்கைமா செல்களில் உள்ள நுண் இழைகள் சரியான ஒழுங்கு முறையில் அமைந்திரா; மிகவும் இளம் செல்களில் ஒழுங்கின்றிக் குறுக்கும் நெடுக்குமாக அமைக்கப் பட்டிருக்கும். முதிர்ந்த பேரன்கைமா செல்களில் நுண் இழைகள்



படம் 36. பாரென்கைமா செல்லில் உள்ள நுண் இழை அமைப்பு

A. மூலே செல்களில் நுண் இழைகளின் அமைவு

B. மூன்று செல்கள் சேரும் இடத்தில் உள்ள தட்டையான நுண் இழை களின் அமைவு

1. குறுக்காக அமைந்த நுண் இழைகள்
2. மூலேத் தடிப்பு
3. செல் இடைவெளிப் பகுதி
4. நுண் இழைகளற்ற நடு அடுக்கு

ஒழுங்காகச் செல் அச்சிற்குக் குறுக்காக அமைந்துள்ளன. செல் விற்கு வயதானதும், குறுக்காக இருந்த நுண் இழைகள் நிலையானவையாகின்றன. ஆனால், செல் சுவரின் வெளிப்பக்கமாக அமைந்த நுண் இழைகள் செல் அச்சிற்கு இணையாக அடுக்கப்

பட்டுள்ளன. செல்கள் நீளமாக இருக்க இருக்க, அவற்றின் வெளி நுண் இழைகள் செல் அச்சிற்கு இணையாகக் காணப்படும். இத் தகைய செல்களின் மூலைகள் (corners) மற்ற செல்பகுதியைவிடத் தடிப்பாக உள்ளன. இவற்றிற்கு ரிப்கள் (ribs) அல்லது மூலத் தடிப்புகள் (corner thickenings) என்று பெயர். இதில் ஒரு பகுதியில் இணையாக உள்ள நுண் இழைகள் நீள்போக்காகக் காணப்படு கின்றன.

கோலென்கைமா (Collenchyma) செல்களில் இவ்விதமான மூலைத்தடிப்புகள் இன்னும் அதிகமான அளவில் உள்ளன. இம் மூலைகளில் இருக்கும் இழைகள் குட்டையானவை.

நார் போன்ற நீளமான சங்கிலி மூலக்கூறுகள் செல்லுலோஸில் இருப்பதால், செல்லுலோஸ் அமைந்த செல் சுவர்கள் நல்ல உறுதியோடு உள்ளன. இயற்கையாகக் கிடைக்கும் நார்களான பருத்தி, சணல், லினன் முதலியவற்றின் உறுதி, செல்லு லோஸினாலேயே ஏற்பட்டது. இதே தத்துவத்தினை அடிப்படை யாகக்கொண்டுதான் செயற்கையில் உண்டாக்கப்படும் டெரிலின் (terylene), நைலான் (nylon), ஆர்லான் (orlon) போன்ற நார்களில் நீண்ட நேரான தொடர் மூலக்கூறுகள் உள்ளனவற்றைத் தேர்ந் தெடுக்கிறார்கள்.

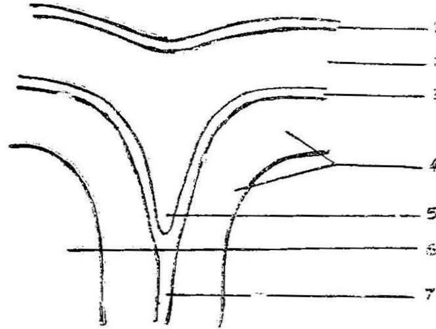
நடு அடுக்கு (Middle Lamella): அருகருகே இருக்கும் செல் சுவர் களுக்கிடையே செல்லுலோஸ் அல்லாத பகுதியாக நடு அடுக்கு விளங்குகிறது. இதில் பெக்டிக் அமிலத்தின் (pectic acid) கால்சியம், மக்னீஷியம் உப்புகள் உள்ளன. இவற்றின் பைவேலென்ட் நேர் மின் அயனிகள் (bivalent cat ions) பெக்டேட் சங்கிலிகளை இணைக் கின்றன. பெக்டிக் அமிலம் கிளைத்த சங்கிலியாகத் (branched chain) தோன்றுகிறது. எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின்மூலம் ஆராய்ந்ததில் நடு அடுக்கு உருவமற்ற பகுதியாகத் தோற்றம் அளித்தது. நடு அடுக்கினைப் பெக்டினேஸ் (pectinase) போன்ற நொதிகளைப் பயன்படுத்திக் கரைத்து விட்டால், செல்கள் தனித் தனியே பிரிந்து விடும்.

நடு அடுக்கிற்கும், செல் சுவருக்கும் உள்ள உறவு முறை சரியாகத் தெரியவில்லை. எனினும், நடு அடுக்கு செல் சுவர்களில் நுழைந்து, கிளைத்து, செல்களுக்கிடையே ஒரு பிணைப்பினை ஏற் படுத்துகிறது. செல் சுவரிலும் புரோடோ-பெக்டின் (proto-pectin) என்னும் பொருள் உள்ளது. இந்த புரோடோ-பெக்டின் செல் சுவரில் உள்ள செல்லுலோஸ் மூலக்கூறுடனோ அல்லது நடு அடுக்கின் பெக்டேட்டுடனோ (pectate) தொடர்புற்றுள்ளதா என்று விளங்க

வில்லை. இரண்டாம் முறையாகத் தடிப்புற்ற செல்களில் நடு அடுக்கு லிக்னின் பொருள்களைப் பெற்றுள்ளது.

படியும் பொருள்கள் (Encrusting Substances) : பெரும்பாலான தாவரங்களின் செல் சுவர்களில் பிரதானமாகச் செல்லுலோஸ் காணப்படுகிறது. இரண்டாம் முறைத் தடிப்புற்ற (secondarily thickened) செல் சுவர்களில் லிக்னின் படிந்துள்ளது. இவ்விதமான செல் சுவர்களில் லிக்னினுடன் குயூடின், சூபெரின் போன்ற பொருள்களும் காணப்படுகின்றன.

குயூடின் படிந்த செல் சுவர்கள் (Cuticularised Cell Walls): புறத்தோல் செல்களினுள்ளும் (epidermal cells), வெளியிலும் குயூடின் படிகிறது. இத்தகைய செல்களில் இரு அடுக்குகள் காணப்படுகின்றன. குயூடின் அமைந்த செல்லுலோஸ் அடுக்கு குயூடின் படிந்த அடுக்கு (cutinized layer) என்றும், வெளியில் உள்ள



படம் 37.
இரு குயூடிக்ள் உடைய செல் சுவர்கள் சேருமிடத்தில் உள்ள வெளிச் சுவரின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

1. குயூடிக்ள் (குயூடின் + மெழுகு)
2. குயூடிக்குலார் அடுக்கு (குயூடின் + செல்லுலோஸ்)
3. பெக்டிக் அடுக்கு
4. பிரைமரி செல் சுவர் (பெக்டின் + செல்லுலோஸ்)
5. செல் குழைவு
6. பெக்டின் அடுக்கு (நடு அடுக்கு)
7. புறத்தோல் செல் இடைவெளி

1 + 2 + 3 : குயூடிக்ள்

குயூடின் மட்டும் அமைந்த குயூடினினால் ஆகிய அடுக்கு (cuticularised layer) என்றும் இரு அடுக்குகள் உள்ளன. முதல் அடுக்கு குயூடிகுலார் அடுக்கு (culticular layer) என்றும், இரண்டாவது

அடுக்கு குயூடிக்ள் (cuticle) என்றும் சொல்லப்படும். இவ்விரு அடுக்குகளும் சேர்ந்து குயூடிகுலார் சவ்வு (cuticular membrane) எனப்படும். இச் சவ்வு, குயூடினில்லாத செல் சுவரிலிருந்து ஒரு மெல்லிய பெக்டிக் அடுக்கினால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. பொதுவாக, குயூடிக்ள் அடுக்கு, குயூடிக்குலார் முளைகள் (cuticular pegs) என்ற பகுதிகளைப் புறத்தோல் செல்களுக்கிடையே சிறிது தூரம் செலுத்து கின்றது. குயூடிக்ள் உண்மையான செல் சுவரின் பகுதியல்ல. ஆனால், அஃது ஒரு தொடர்ச்சியான செல்லோடு தொடர்பற்ற படிவமாக உள்ளது. இரு குயூடிக்ள் உடைய செல் சுவர்கள் சேரு மிடத்தில் உள்ள வெளிச்சுவரின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தைப் படத்தில் காணலாம்.

எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் பார்த்தபொழுது, குயூடிக்ள் அடுக்கில் பல வரிசையான சிறு அடுக்குகள் பரப்பிற்கு இணையாக அமைந்துள்ளன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இதில்படிகங்கள் உள்ளன என்று கூறப்படுகிறது. இப் பண்பு முதல் அடுக்கில் செல்லுலோஸினாலும், இரண்டாவது அடுக்கில் மெழுகினாலும் ஏற்பட்டிருக்க வேண்டும். மெழுகு மெல்லிய குயூடின் அடுக்கு களுக்கிடையே காணப்படுகிறது. குயூடின் மூலக்கூறுகள் எவ்வித மான முறையிலும் அடுக்கப் பெற்றிருப்பதில்லை.

இலை, கனிகளின் பரப்பில் மெழுகு சிறு தட்டுப் போலவோ, கோல் போலவோ சுரக்கப்படுகின்றது. மெழுகு வெளியேறுவதற் காகக் குயூடிக்ளில் துளைகள் இல்லை.

சூபெரின் படிந்த செல் சுவர்கள் : சூபெரின் படிந்த செல்கள் கார்க் (cork) திசுக்களில் காணப்படுகின்றன. இத் திசுக்களின் செல் சுவர்களில் சூபெரின் படிந்துள்ளது. சூபெரின் படிந்த செல் சுவர்கள் அடுத்தடுத்துக் காணப்படும். இத்தகைய இரு செல் சுவர்களையும் நடு அடுக்கு பிரிக்கிறது. இதற்கு இரு புறமும் மெல்லிய பிரைமரி செல்லுலோஸ் செல் சுவர்கள் உள்ளன. இவற் றிற்கு இருபுறங்களிலும் சூபெரின் மட்டும் படிந்த செல்லுலோஸ் இல்லாத செல் சுவர்கள் செல்லின் உட்புறமாக உள்ளன. எலெக்ட் ரான் நுண்ணோக்கியில் பார்த்தபொழுது, இத்தகைய சூபெரின் செல் அடுக்குகள் இணையடுக்குகளாகவும், அவற்றிற்கிடையே மெழுகு படிந்திருப்பதும் தெரிகிறது. சில திசுக்களின் செல் சுவர் களில் செல்லுலோஸ் இல்லாத சூபெரின் மட்டும் உள்ள செல் அடுக்குகளுக்கு அடுத்தபடியாகச் சூபெரின் இல்லாத செல்லு லோஸ் மட்டும் உடைய அடுக்குகள் காணப்படலாம்.

வேதியியலின்படி குயூடினும், சூபெரினும் கொழுப்பு அமிலங் களோடு ஒற்றுமையுடையவையாக உள்ளன.

($CH_2OH-(CH_2)_2O-COOH$)

அனங்ககப் பொருள்கள் (Inorganic Substances) : செல் சுவரில் காணப்படும் மற்ற அனங்ககப் பொருள்களாவன : ஸிலிகா (Silica), கால்ஸியம் கார்போனேட் (calcium carbonate), சைபெரேசீக் (Cyperaceae) குடும்பத்தில் உள்ள செடிகளின் இலைகளின்மேல் ஸிலிகா செல்கள் காணப்படுகின்றன. குயூடிக்ள் நீர் உட்புகாத அடுக்கு என்றும், கார்க் திசு கடத்தஞ்சு போன்ற பாதுகாக்கும் திசு என்றும் சொல்லப்பட்டபோதிலும், இவ்வடுக்குகளின் முக்கியத்துவம்பற்றித் தெளிவாகத் தெரியவில்லை. இவை பாதுகாக்கும் இயல்புடையவை. இவை எச்சப் பொருள்களை நீக்குவதற்காகவும் (excertory products) அமைந்திருக்கலாம்.

பிரைமரி செல் சுவர் வளர்ச்சி (Primary Cell Wall Growth) : பிரைமரி செல் சுவர் வளர்ச்சிபற்றிப் பல கொள்கைகள் கூறப் பட்டுள்ளன. செல், அளவில் (size) வளரும்போது, அத்துடன் புதிய செல்லுலோஸ் நுண் இழைகளினால் செல் சுவரும் அளவில் பெரிதாகின்றது. இந்த நுண் இழைகள் முன்பே இருந்த நுண் இழைகளுக்கிடையே அமைகின்றனவா (இடைச் சேர்த்தல் - intersusception) அல்லது முன்பிருந்த நுண் இழைகளுக்கு மேலே அமைகின்றனவா (படிதல்-apposition) என்று அறிவது அவசியம்.

பழைய கொள்கைகள் (Older Theories) : முன்பிருந்த நுண் இழை அமைந்த தட்டையான பகுதி பிளந்து, அதனுள் புதிய நுண் இழைகள் செங்கோணத்தில் சேர்க்கப்படுகின்றன; அதனால் சுவர்ப் பரப்பு அதிகமாகிறதென்று 1940ஆம் ஆண்டிற்கு முன்பு கருதப் பட்டது. இக் கொள்கையைப் பின்னர் மாற்றி, 'பல்முக வளர்ச்சிக் கொள்கையை' (Mosaic Growth Theory) உருவாக்கினார்கள். 'செல் சுவரில் சில மெல்லிய பகுதிகளான நுண் இழைகள் நெருக்கமின்றி அமைந்துள்ளன. இப் பகுதிகளில்தான் புதிய செல்லுலோஸ் சேர்க்கப்படுகின்றது. இவ்விதம் புதிய பொருள்கள் சேர்க்கப் படாத பகுதி குழிப்பகுதிகளாக மாறுகின்றன என்பது பல்முக வளர்ச்சிக் கொள்கையின் கருத்தாகும்.

செல் வளர்ச்சியில் 'புரோடோபிளாச முனை வளர்ச்சிக் கொள்கை' (Protoplasmic Tip growth Theory) என்ற கொள்கை ஒன்று உருவாகியது. சில செல்களின் முனைகள் மெல்லிய பகுதிகளால் மூடப்பட்டிருப்பதாகவும், செல் முனைகள் மூடப்படாமல் உள்ளன என்றும், புரோடோபிளாசம் முன்னோக்கி வளர்ச்சியடைந்து தன்னைச் சுற்றிலும் செல் சுவரை உண்டாக்கிக்கொள்ளுகிறது என்றும் கருதப்படுகிறது.

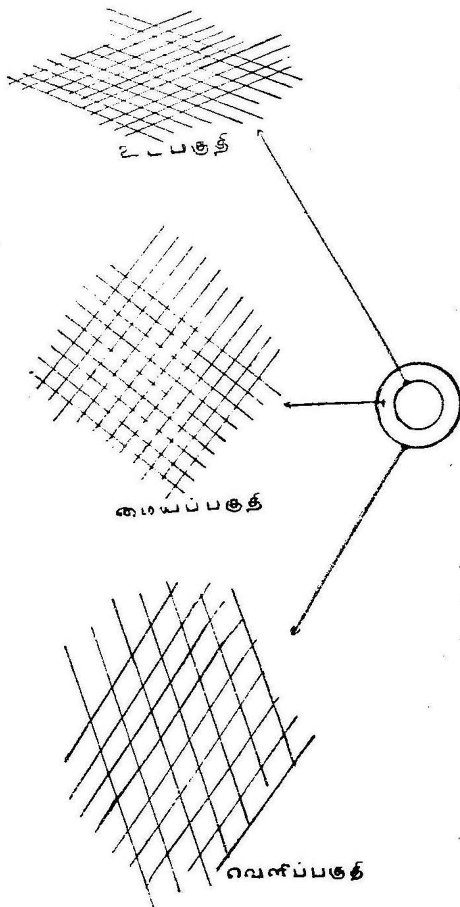
பல்வலைக் கொள்கை (Multi-net Theory): 1950ஆம் ஆண்டில் இக் கொள்கை உருவாக்கப்பட்டது. இக் கொள்கை செல் சுவர் வளர்ச்சியின் எல்லாக் கருத்துக்களையும் கவனத்தில் கொண்டும், நுண் இழைகள் செல் சுவர்களில் எவ்வாறு அமைந்துள்ளன என்றும் விவரிக்கிறது.

நுண் இழைகள் செல் சுவரின் உட்பக்கம் செல் அச்சிற்குக் குறுக்காகவும், வெளிப்பக்கம் செல் அச்சிற்கு இணையாகவும் அமைந்துள்ளன. இக் கொள்கையின்படி நுண் இழைகள் செல் அச்சிற்குக் குறுக்காக அமைகின்றன; தொடர்ந்து வரும் அடுக்குகள் உள்பகுதியில் அமைவதால், பழைய அடுக்குகள் தொடர்ந்து வெளிப்பகுதிக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. இக் கொள்கை பழைய இடைச்செருகல் கருத்தைத் தவறென நிரூபித்துப் படிதல் கருத்தை ஆதரிக்கிறது. எனவே, நுண் இழைகள் படிதலால் பெரும்பாலான செல் சுவர் வளர்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன. சில செல்களில் இவ் விதமான நுண் இழைகள் சைட்டோபிளாசத்திற்கு வெளியில் அமைக்கப்படுகின்றன. உள்ளே குறுக்காக அமைந்த நுண் இழைகள் வலைபோல் உள்ளன. செல் வளரும்போது இவை நீட்சியடைகின்றன. அதனால் இவை செல் அச்சின் போக்கில் அமைகின்றன. இழைகள் குறுக்கிடும்போது ஒன்றுக்கொன்று நழுவுகின்றன. புதிய நுண் இழைகள் உள்பகுதியில் மட்டும் படிவதால், வெளிப்புறத்தினருகில் இருப்பவை மிகப் பழையனவாகவும், அதிக அளவில் அச்சியலான போக்கில் (axial orientation) மாறியுள்ளன என்றும் தெரிகிறது. இவ்விதமாக நுண் இழைகள் குறுக்காகவும், நெடுக்காகவும் அமைந்துள்ளதைப் படத்தில் காணலாம்.

செல் சுற்று வட்டம் (circumference) வெளிப்பகுதியில் அதிகமாக இருப்பதனால், நுண் இழைகள் அடர்த்திக் குறைவுடனும், நுண் இழைகளின் இடையில் மற்றப் படிவப் பொருள்களுடனும் காணப்படும்.

இக் கொள்கை முதலில் பருத்தி உரோமங்களில் நிரூபிக்கப் பட்டது. பின்னர்ப் பாசிகளின் செல்கள், பாரென்கைமா, நார்கள், டிரெக்கிடுகள் போன்ற செல் சுவர்களிலும் இத்தகைய அமைப்பு உள்ளன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இவ்விதமாகப் பிரைமரி செல் சுவர் ஒரே சமயத்தில் பரப்பிலும், தடிப்பிலும் அதிகரிக்கிறது. செகண்டரி செல் சுவர்களில் காணும் அதிகரித்த தடிப்புத்தன்மையும் இக் கொள்கையினால் விளக்கப்படுகிறது. பல செல்கள் ஒரே விதத்தில் நீட்சியடைகின்றன என்று தெரிய வரு

கிறது. வேர்த்தூவிகளின் முனைப்பகுதிகளில் வளர்ச்சி அதிகம். 'முனை வளர்ச்சி' என்பது பல்வலைக் கொள்கையினால் வளர்ச்சி ஒரு



படம் 38. பல்வலை வளர்ச்சிக் கொள்கை
(செல் சுவர்களில் நுண் இழைகளின் அமைவினைக் காட்டுதல்)

குறிப்பிட்ட பகுதியில் அமைந்திருப்பதாகும். இது புரோடோபிளாச முனைக் கொள்கையினின்றும் மாறுபட்டது.

(3) பிளாஸ்மா சவ்வு

(Plasma Membrane)

செல் விளிம்பில் உள்ள பிளாஸ்மா சவ்வு, செல் தன் இயல்பான வேலைகளைச் செய்வதற்கும், செல் உட்பொருள்களின் வடிவமும், அளவும், வேலைகளும் பாதிக்கப்படாமலிருக்கவும், செல் உட்பொருள்களின் இயற்பியல் வேதிச் செயல்கள் மாறுபடாதிருக்கவும், செல் உட்பொருள்களைப் பாதுகாக்கவும் ஆகிய வேலைகளைச் செய்கின்றது. இது விலங்கு செல்களுக்கு எல்லைக்கோடாக அமைந்துள்ளது. தாவரங்களின் செல்களில் உள் செல் சுவருக்கு அடுத்தபடியாக இச் சவ்வு உள்ளது. தாவரச் செல்களில் செல் சுவரையும், சைட்டோபிளாசப் பொருள்களையும் பிரிப்பது பிளாஸ்மா சவ்வாகும். இதற்குச் சைட்டோபிளாசச் சவ்வு (cyto-plasmic membrane) என்ற பெயரும் உண்டு.

செல்லின் வெளியே எவ்விதமான மாறுதல்கள் நிகழ்ந்த போதிலும் அவை செல் உட்பொருள்களைப் பாதிக்காமல், இந்த பிளாஸ்மா சவ்வு காத்துக் கொள்கிறது. செல் உட்பொருள்களைக் காப்பதோடு, செல்லிற்குள் நுழையும் பொருள்களையும், செல்லிலிருந்து வெளியேறும் பொருள்களையும் பிளாஸ்மா சவ்வு கட்டுப்படுத்துகிறது. இந் நாளைய ஆய்வுகளினால் பிளாஸ்மா சவ்வின் பயன்களும் முக்கியத்துவமும் தெளிவாக விளங்குகின்றன. பிளாஸ்மா சவ்வு செல்லில் ஓர் அமைப்புச் செயலியல் பகுதியாக விளங்குகிறது. செல்லின் உறுப்புகளில் நியூக்ளியஸைப் போல இதுவும் ஓர் இன்றியமையாத பொருளாக ஆகி விட்டது.

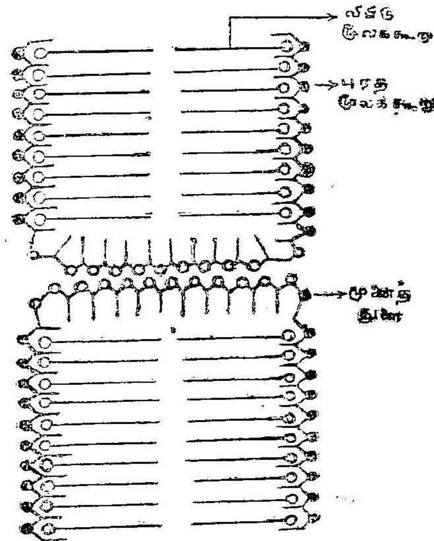
பிளாஸ்மா சவ்வின் மூலக்கூற்று அமைப்பு முறை (Molecular Organisation of Plasma Membrane):

1. வேதி இயற்பியற்பண்புகளை அடிப்படையாகக்கொண்டது (Based on Physical and Chemical Properties): 1895ஆம் ஆண்டில் ஈ. ஓவெர்டன் (E. Overton) என்பவர் பிளாஸ்மா சவ்வின் செலுத்துத்திறன் (permeability) பற்றிப் பரிசோதனைகள் செய்தார்; இப்பரிசோதனைகளிலிருந்து பிளாஸ்மா சவ்வு மெல்லிய லிபிடு அடுக்கினால் ஆகியது என்று கருதினார்.

1925ஆம் ஆண்டில் எஃப். கிரெண்டில் (F. Grendel), எம்.டி. கார்டெர்(M.D.Gorter) என்பவர்கள் ஆராய்ந்து, பிளாஸ்மா சவ்வில் இரு அடுக்கினாலாகிய லிபிடு மூலக்கூறுகள் அமைந்திருப்பதாகக் கூறினார்கள். பிளாஸ்மா சவ்வின் மின் பண்புகளைப்பற்றி

(electrical properties) கே. எஸ். கோல் (K. S. Cole) என்பவரும், மற்றவர்களும் ஆராய்ந்து அறிந்தார்கள்.

பிளாஸ்மா சவ்வின் பரப்பு இழுவிசை (surface tension) பற்றியும், நீள் தன்மையைப் (elastic properties) பற்றியும் ஈ.என். ஹார்வி (E. N. Harvey), கே. எஸ். கோல் முதலியவர்கள் ஆராய்ந்தார்கள். இவர்கள் பிளாஸ்மா சவ்வின் பரப்பு இழுவிசை ஒரு சென்டிமீட்டருக்கு 0·04 முதல் 3 டைன்கள் (dynes) இருக்கும் என்று கண்டுபிடித்தார்கள். பிளாஸ்மா சவ்வு இரு லிபிடு மூலக்கூறு அடுக்கினால் உண்டாகியது என்பது உண்மையானால், இதன் பரப்பு இழுவிசை மதிப்பு சென்டிமீட்டருக்கு 10 முதல் 20 டைன்கள் வரை இருக்கும். இதனால் ஈ. என். ஹார்வியும், ஜே.எஃப். டேனியெல்லியும் (J.F. Danielli, 1936) மீண்டும் பிளாஸ்மா சவ்வின் அமைப்பினை ஆராய்ந்தனர். இவர்களுடைய ஆராய்ச்சி



படம் 39. பிளாஸ்மா சவ்வின் மூலக்கூற்று அமைப்பு

களின் பயனாகப் பிளாஸ்மா சவ்வானது, இரு மூலக்கூற்று அடுக்கினால் ஆகியது என்றும், அவ்வடுக்குகளின் இருபுறங்களிலும் புரத மூலக் கூறுகள் பரப்பு ஒட்டலினால் (adsorption) அமைந்துள்ளன என்றும் அறிகிறோம். லிபிடு மூலக்கூறுகளின் வெளிவிளிம்பு பகுதியில் புரத மூலக்கூறுகள் இருப்பதனால் இழுவிசை குறைக்கப்படு

கிறது; மற்றும் பிளாஸ்மா சவ்வின் நீர்நுழைவுக்கு வழி வகுக்கிறது என்றும் கண்டுபிடித்தனர்.

பிளாஸ்மா சவ்வு லிபிடு-புரதங்களினால் ஆனது என்பதை ஜே. எச். ஷூல்மேன் (J. H. Schulman, *1949*), டி. டி. எலேய் (D. D. Eley), டி. ஜி. ஹெட்ஜெ (D. G. Hedge, *1956*) ஆகியவர்கள் உறுதிப்படுத்தினார்கள். லிபிடு மூலக்கூறுகள் 35 ஆ. விட்டமுடைய வளையமாக மையத்தில் இருப்பதாகவும், அதன் இருபுறமும் 20 ஆ. விட்டமுடைய இரு புரத மூலக்கூறுகளினாலான அடுக்குகளும் காணப்படுகின்றன என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

2. வேதியியல் சான்றுகள் (Chemical Evidences) : மேற்கூறிய இயற்பியல் சான்றுகளுடன் வேதியியல் பண்பினாலும் பிளாஸ்மா சவ்வின் லிபிடு-புரத மூலக்கூற்று அமைப்பினை நிரூபிக்கலாம்.

பி. ரிய்செர் (P. Rieser, *1950*) என்பவர் அர்பேஷியா (arbasia), ஆஸ்டெரியாஸ் (asterias), கீடோப்டெரஸ் (chetopterus) போன்ற விலங்குகளின் முட்டைகளில் செய்த சோதனையினால், பிளாஸ்மா சவ்வில் லிபிடு-புரதங்கள் உள்ளன என்று கண்டுபிடித்தார்.

*1953*ஆம் ஆண்டில் எம் மஸ்கோவிட்ஸ். (M. Muskovitz), எம். கால்வின் (M. Calvin) என்பவர்கள் பிளாஸ்மா சவ்விலிருந்து எலினின் (elinine) என்ற புரதத்தைச் சிறிது லிபிடுடன் பிரித்தெடுத்தனர். இதே ஆண்டில் ஏ. கே. பார்பார்ட் (A. K. Parpart) என்பவரும், ஆர். பெல்லென்டைன் (R. Bellentine) என்பவரும் செய்த பரிசோதனைகளினால் பிளாஸ்மா சவ்வில் பாஸ்போலிபிடுகள் (phospholipids) அல்லது கோலிஸ்டெரால் (cholesterol) இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார்கள். மையெலின் உறையில் (myelin sheath) செய்த சோதனைகளிலிருந்து பிளாஸ்மா சவ்வில் அதிக அளவிலான புரதமும், லிபிடுகளும் உள்ளன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. 1954ஆம் ஆண்டில் ஜே. எஃப். டேனியெல்லி, பிளாஸ்மா சவ்வில் நுண்துளைகள் இருப்பதாகவும், இவற்றின் வழியாகத் தண்ணீர் மூலக்கூறுகள் செல்கின்றன என்றும் கூறினார்.

3. எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் ஆய்வுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டவை (Based on Electron Microscope Studies) : பெரும்பாலான எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கிச் சோதனைகளுக்கு மையெலின் உறை எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது. ஏனெனில், இது முற்றிலும் பிளாஸ்மா சவ்வினால் ஆக்கப்பட்டது.

பிளாஸ்மா சவ்வினை முதன்முதலில் எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் ஆராய்ந்தவர்கள் எஃப். ஜோஸ்ட்ராண்ட் (F. Sjostraud),

எச். ஃபெர்னண்டெஸ்-மோரான் (H. Fernandez-Moran, 1956) ஆவார். மையெலின் உறையில் பல வளையங்கள் போன்ற அடர்த்தியான அடுக்குகள் உள்ளன என்றும், ஒவ்வோர் அடுக்கும் 110 முதல் 140 ஆ. அளவுள்ளவையாயிருந்தன என்றும், அடர்த்தியான பகுதிகளுக்கிடையே அடர்த்திக் குறைவான பகுதிகளும், ஒவ்வொரு பகுதியும் 'இடைப் பகுதிக் கோடு' (intra period line) என்ற கோட்டினால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது என்றும் கண்டுபிடித்தார்கள்.

லஃப்ட் (Luft) என்பவர், எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் மூலம் செய்த ஆய்வுகளினால் கீழ்க்காணும் உண்மைகள் வெளிப்பட்டன:

(a) 20 ஆ. அடர்த்தியான மெல்லிய அடுக்கு சைட்டோபிளாசத்திற்கருகில் உள்ளது.

(b) முதல் அடுக்கிற்கு அடுத்தபடியாக 35 ஆ. அடர்த்தியுள்ள பகுதி உள்ளது.

(c) அடர்த்திக் குறைவான பகுதியைச் சுற்றிலும் 20 ஆ. உள்ள அடர்த்தியான பகுதி உள்ளது.

இம் மூன்று பகுதிகளும் சேர்ந்த பகுதி 'சவ்வு அலகு' (unit membrane) என்று சொல்லப்படும். இச் சொல்லினை ஆர். டி. ராபெர்ட்சன் (R. D. Robertson, 1955) உருவாக்கினார். மையெலின் உறை என்பது ஷ்வான் செல் சவ்வுகளை (Schwann Cell Membranes) ஒத்தது என்று ராபெர்ட்சனும், பெட்டி பென் ஜெரென் உஸ்மான் (Betty Ben Geren Uzman) என்பவரும் கருதினார்கள்.

பிளாஸ்மா சவ்வின் மையத்தில் இரு மூலக்கூறுகளினால் ஆகிய லிப்பிடு வெளிநோக்கிய அடுக்குகளும், இவற்றின் இரு புறங்களிலும் புரத அடுக்குகளும் காணப்படுகின்றன என்பது பிளாஸ்மா சவ்வின் அமைப்பினைத் தெளிவாக விளக்குகிறது. பிளாஸ்மா சவ்வு மாறுபாடு அடைந்து, மைக்ரோவில்லி (microvilli), அலைச் சிலிழைகள் (cilia), கசையிழைகள் (flagella) முதலியனவற்றை உண்டாக்குகின்றன.

பிளாஸ்மா சவ்வின் வேலைகள் (Function of Plasma Membrane): பிளாஸ்மா சவ்வு, செயலியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது; செயல் திறனுடையது. இது செல்லின் எல்லைக்கோடாக இருந்து, வெளி ஊடகத்திலிருந்து செல் உட்பொருள்களைப் பிரிக்கிறது. இதனால் செல்லின் தனித்தன்மை பாதுகாக்கப்படுகிறது. பிளாஸ்மா சவ்வு செல்லினுள் நுழையும் பொருள்களையும், வெளியேறும் பொருள்

களையும் தேர்ந்தெடுத்து, உள்ளேயும் வெளியேயும் அனுப்புகிறது. இப் பண்பு செயலிகல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. இதனால் பிளாஸ்மா சவ்வு தேர்வுச் செலுத்துத்திறன் பெற்றது (selective permeability) என்று வர்ணிக்கப்படுகிறது.

பிளாஸ்மா சவ்வு, செல்லின் எல்லையைக் காத்து நிற்கும் செயல் திறனற்ற செல்லுறுப்பு அல்ல. இது செயல் திறனுடையது. செல்லின் உள்ளேயும், வெளியேயும் உள்ள வோல்டேஜ் மாறு பாட்டைப் (voltage difference) பாதுகாக்கிறது. இதனால் நரம்பு செல்களில் ஏற்படும் துடிப்பினைக் கடத்துதலில் (conduction of impulses) இஃது உதவி செய்கிறது.

பிளாஸ்மா சவ்வினால் மூன்று விதமான பெயர்ச்சிகள் நடை பெறுகின்றன: (a) உயிர்ப்பற்ற பெயர்ச்சி (passive transport), (b) உயிர்ப்புடைய பெயர்ச்சி (active transport), (c) பினோசைடோசிஸ் (pinocytosis).

(a) உயிர்ப்பற்ற பெயர்ச்சி : செல்லைச் சுற்றியுள்ள ஊடகத்தில் உள்ள மாறுபட்ட ஆற்றல்களினால் பொருள்கள் பிளாஸ்மா சவ்வினைக் கடந்து உள்ளே உயிர்ப்பற்ற முறையில் செலுத்தப்படு கின்றன. இவ்விதம் பொருள்கள் பிளாஸ்மா சவ்வின் வழியாகச் செல்லினுள் நுழைவதற்கு ஆற்றல் தேவைப்படுவதில்லை. பொருள்கள் செல்லினுள் நுழைவதற்கு வேண்டிய ஆற்றல், இயற்பியல் ஆற்றலாகவும், வேதி ஆற்றலாகவும், இரண்டுமே சேர்ந்த ஆற்றலாகவும் இருக்கலாம்.

முக்கியமான இயற்பியல் ஆற்றல்களான பரவுதல் (diffusion), சவ்வூடு பரவுதல் (osmosis) என்பவை சிறந்தவை. பிளாஸ்மா சவ்வின்மூலம் பரவுதல் முறையில் பொருள்களின் அடர்த்தி அதிக மாயுள்ள இடத்தில் இருந்து குறைவான இடத்திற்குச் செல்லினுள் செல்கின்றன. உயிருள்ள செல்களின் சவ்வுகள் ஆக்ஸிஜன், கார்பன்டை ஆக்ஸைடுகளைப் பரவுதல்மூலம் உள்ளே செல்ல அனு மதிக்கின்றன. இதனால் வாயுப்பரிமாற்றம் ஏற்படுகிறது. ஆக்ஸிஜன் செல்களுக்கு வெளியே அதிகமாக இருந்ததனால், செல் களுக்கு உள்ளே சவ்வின் வழியாக வருகிறது.

வாயுப் பரிமாற்றம் செல்லினுள் நடைபெறுவது போல், தண்ணீர் மூலக்கூறுகள் பிளாஸ்மா சவ்வின் வழியாகப் பரிமாற்றம் செய்யப்படுகின்றன. தண்ணீரும் மற்ற கரைபொருள்களும் சவ்வூடு பரவலின்மூலமாகப் பிளாஸ்மா சவ்வினுள் நுழைந்து, பிளாஸ்மா சவ்வின்மூலம் செல்லிலிருந்து வெளியேறுகின்றன.

செல்லின் வெளியேயுள்ள தண்ணீர்க் கரைபொருள் மூலக்கூறுகள் செல்லினுள்ளே இருப்பதைவிட அதிகமாக இருந்தால், இவை பிளாஸ்மா சவ்வினைக் கடந்து செல்லினுள் செலுத்தப்படுகின்றன.

பிளாஸ்மா சவ்வினைக் கடந்து செல்லும் மூலக்கூறுகள் உயிர்ப் பற்ற ஆற்றலுக்கு மின்சார ஏற்றமும் (electric charge) ஒரு காரண மாக அமைந்துள்ளது.

பிளாஸ்மா சவ்விற்குக் குறுக்கே சில மில்லிவோல்ட்டுகளுடைய (millivolts) மின் அழுத்த வேறுபாடு (electrical potential difference) இருப்பதாக உயிரியலறிஞர்கள் அறிந்துள்ளார்கள். இந்த ஆற்ற லினால் மூலக்கூறுகள், மின் அயனிகளின் பரிமாற்றம் நடைபெறு கிறது. மின் அழுத்தச்சரிவு வாட்டம் (electrical potential gradient) செறிவுச்சரிவு வாட்டத்துடன் (concentration gradient) சேர்ந்து உயிர்ப்பற்ற மின் அயனிப் பெயர்ச்சிகள் (passive transport of ions) நடைபெறக் காரணமாகின்றன.

1968ஆம் ஆண்டில் துஷார் குமார் சௌத்ரி (Tushar Kumar Chowdhry) என்பவர், உயிருள்ள செல்களில் உப்புகளின் பெயர்ச்சி நடைபெறும்பொழுது உண்டாகும் மின் அளவினை அளந்து கண்டு பிடித்தார்.

உயிர்ப்பற்ற ஆற்றல் பெயர்ச்சியில் மற்றுமோர் ஆற்றல் உள்ளது. இதற்குக் 'கரைசல் இழுப்பு ஆற்றல்' (solvent drag force) என்று பெயர். இக் கொள்கையின்படி, பிளாஸ்மா சவ்வுகளில் நுண்துளைகள் உள்ளன. இதனால் கரைசல், சவ்வினைத் தாண்டி உள்ளே நுழைகிறது. இதனால் கரைசலின் திசையை நோக்கிப் பரவும் கரைபொருள்கள், செல்லிலிருந்து வெளிநோக்கிச் செல்லும் கரைபொருள்களின் பெயர்ச்சியைத் தடுக்கின்றன.

(b) உயிர்ப்புடைய பெயர்ச்சி: சில சமயங்களில் செல்லிற்கு வெளி யேயுள்ள மூலக்கூறுகள் அயனிகளின் எண்ணிக்கை குறைவாகவும், செல்லினுள் இதே பொருள்களின் மூலக்கூறு அயனிகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாகவும் இருக்கும். இந்த நிலையிலும் செல் லினுள் பொருள்கள் செல்லும். இதற்கு ஆற்றல் தேவைப்படு கிறது. பொருள்களின் பெயர்ச்சிக்கு ஆற்றல் தேவைப்பட்டால், அஃது உயிர்ப்புடைய பெயர்ச்சி என்று சொல்லப்படும். பொருள் கள் செல்லினுள் செறிவு வாட்டத்திற்கு எதிராகச் (against the concentration gradient) செல்லினுள் செல்லுகின்றன.

செல்லினுள் பிளாஸ்மா சவ்வைத் தாண்டிக் குளுகோஸ் மூலக் கூறுகள் நுழைவதற்குப் பெர்மியேஸ் (permease) என்ற நொதி

களும் பயன்படுகின்றன என்று டேனியெல்லி கூறுகிறார். சில உறுப்புகளில் இன்சுலின் (insulin) பெர்மியேஸ் செய்யும் வேலையைச் செய்து, குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகளின் பெயர்ச்சிக்கு உதவுகிறது. பெர்மியேஸ், பிளாஸ்மா சவ்வின் பகுதியாக மாறியவுடன், தனிப்பொருள் தூண்டுதலின்றித் தேக்கலைச் செயலில் ஈடுபடுகிறது என்று டேனியெல்லி கூறுகிறார். உயிர்ப்புடைய பெயர்ச்சியின் மூலமாகச் செல்லிற்கு வேண்டிய பொட்டாசிய மூலக்கூறுகள் பிளாஸ்மா சவ்வினைக் கடந்து செல்லினுள் செல்லுகின்றன.

உயிர்ப்புடைய பெயர்ச்சியின் செயல்முறை (Mechanism of Active Transport): உயிர்ப்புள்ள பெயர்ச்சி, செல்களில் நடைபெறுவதற்குரிய பல செயல் முறைகளை விளக்கியுள்ளார்கள்.

(1) சவ்வினுள்ளும், வெளியேயும் பொருள்களின் பரிமாற்றத்திற்கு இயங்கும் கடத்தி (mobile carrier) காரணமாக இருக்கிறது என்று டபிள்யூ. எஸ். வித்தாஸ் (W. S. Widdas, 1952), டி. ரோஸென்பர்க் (T. Rosenberg), டபிள்யூ. வில்பிராண்ட் (W. Wilbrant) என்பவர்கள் 1957ஆம் ஆண்டில் கருத்துத் தெரிவித்தார்கள். சுருண்டு விரியும் ஒரு புரத மூலக்கூறு, கடத்தியாகப் பயன்படுகிறது என்று இவர்கள் கருதினார்கள். கடத்தி மூலக்கூறு சுருளும்போது, கடத்தியும் மூலக்கூறும் இணைக்கப்படுகின்றன. கடத்தி மூலக்கூற்றின் சுருள், விரியும்போது மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயுள்ள பிணைப்பு (intra-molecular bond) நீங்கி, இம் மூலக்கூறு சவ்வின் குறுக்கே விடுவிக்கப்படுவதால் பெயர்ச்சி ஏற்படுகிறது. இவ்விதமான புரதக் கடத்தி மூலக்கூறு நொதியாகப் பயன்படுகிறதென்றும், அதிக ஆற்றல் பொதிந்த பாஸ்பேட் சேர்மமான ATPயிலிருந்து ஆற்றலை வெளிப்படுத்துகிறதென்றும், இந்த ஆற்றல் செறிவு வட்டாரத்திற்கெதிராக மூலக்கூறுகளின் பெயர்ச்சி நடைபெறுவதற்கேற்ற ஆற்றலைத் தந்து உதவுகிறதென்றும் மேற்கூறிய மூன்று அறிவியலறிஞர்களும் கருதினார்கள்.

(2) கடத்தி மூலக்கூறு, அதிக ஆற்றல் இணைப்புடனும், கடத்தப்பட வேண்டிய பொருளின் மூலக்கூற்றுடனும் சேர்ந்து ஒரு மூலக்கூற்றுத் தொகுதியினை (complex molecule), நொதியின் உதவியினால் உண்டாக்குகிறது. இந்த மூலக்கூற்றுத் தொகுதி சுரக்கும் பகுதியிலோ, வெளிப்படுத்தும் பகுதியிலோ நொதியின் உதவியினால் தனியாகப் பிரிகின்றன. இதே மாதிரியானதொரு கொள்கையினை டி. ஜே. ஷா (T. J. Shaw, 1954) உருவாக்கினார். ஆல்பட்ராஸ் (albatross) என்னும் பறவையில் பாஸ்பாடிடிக் அமிலம் (phos-

photidic acid) என்ற லிபிடு கரையும் பொருள்கள் சுரக்கும் செல்களில் இருக்கின்றன. இது சோடியன் அயனி, நீர் விரும்பும் மூலக்கூறுகளின் பெயர்ச்சிக்கு உதவும் கடத்தி மூலக்கூறாகப் பயன் படுகின்றது.

(c) பினோசைடோசிஸ் உயிருள்ள செல்களில் பொருள்களின் பெயர்ச்சிக்கு உதவும் மூன்றாவது முறைக்குப் பினோசைடோசிஸ் என்று பெயர். இச் சொல்லை டபிள்யூ. எச். லூயிஸ் (W. H. Lewis, 1931) பயன்படுத்தினார்; வளர்ப்பு செல்களில் இம் முறையினால் செல்களினுள் பொருள்கள் போவதைக் கண்டார். 1925ஆம் ஆண்டில் இம் முறையினால் அமீபாவில் (Amoeba) பொருள்கள் நுழைவதை எட்வார்ட்ஸ் (Edwards) என்பவர் கண்டார். எச். ஸ்டான்லி பென்னெட் (H. Stanley Bennet, 1956) என்பவர் பினோசைடோசிஸின் செயல்முறையினை விளக்கினார்; பிளாஸ்மா சவ்வு பரப்பு ஒட்டலினால் உறிஞ்சப்பட்ட மூலக்கூறு அல்லது அயனியால் இச் செயல்முறை தீர்மானிக்கப்படுகிறது என்று கூறினார். செல்பரப்பில் சைடோபிளாசத்தினுள் செல்லும் வாய்க் கால் குழிகள் ஏற்பட்டு, பரப்பு ஒட்டலினால் மூலக்கூறுகளும், அயனிகளும் இவற்றின்மூலம் செல்லினுள் செல்லுகின்றன. இக் கருத்தினை ஸி.ஸி. ஆண்டெர்சனும், எச். ஹோல்டெரும் (H Holter) ஆதரித்தார்கள்.

பல காலம் ஃபேகோஸிஸ்டோசிஸையும் (phagocystosis), பினோ சைடோசிஸையும் மாறுபாடான செயலியல்கள் என்று எண்ணி னார்கள். இவை இரண்டும் அடிப்படையில் ஒற்றுமை உள்ள செயல்கள் என்று ஆண்டெர்ஸன் நிரூபித்தார். எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின்மூலம் ஆராய்ந்ததில் உயிருள்ள செல்களின் சைடோபிளாசத்தில் பினோசோம்கள் (pinosomes) இருக்கின்றன என்றும், இவை குறைவான மூலக்கூறுடைய குளுகோஸ் போன்ற பொருள்களைச் செலுத்துந்திறன் பெற்றுள்ளன என்றும் சேப்மேன்-ஆண்டர்சன், ஹோல்டெர் முதலியவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். பினோசோம்கள் அமினோ அமிலங்களைச் செலுத்துந்திறன் பெற்றுள் ளதாக டி. எம். பிரெஸ்காட்டும் (D. M. Prescott), மற்றவர்களும் கண்டுபிடித்தார்கள். மேற்கூறிய கண்டுபிடிப்புகளிலிருந்து சிறிய மூலக்கூறுகளுடைய பொருள்கள் பினோசைடோசிஸ்மூலம் செல் களினுள் நுழைகின்றன என்று கருதப்படுகிறது. இம் முறையினால் புரதம் ஹார்மோன்கள் போன்ற பெரிய மூலக்கூறுகள் நுழை கின்றன என்பதற்குரிய சான்றுகள் இல்லை

உயிர்ப்பற்ற பெயர்ச்சியையும், உயிர்ப்புடைய பெயர்ச்சியையும் விட, பினோசைடோசிஸ் மிகவும் சிக்கலான ஒரு செயல் என்று

லர் கூறுகின்றனர். உயிர்ப்பற்ற பெயர்ச்சியும், உயிர்ப்புயடை பெயர்ச்சியுந்தான் செல்லில் பொருள்களின் பரிமாற்றத்திற்கு முக்கியமான செயல்கள் என்றும், பிநோசைடோசிஸ் அவ்வளவு முக்கியமான செயல் அல்ல என்றும் மற்றும் சிலர் கருதுகின்றனர். பிநோசைடோசிஸினால் செல்லிலிருந்து பொருள்கள் வழிந்து வீணாகுவதில்லை. பிநோஸிஸ்டோசிஸ் மற்ற வகையான பெயர்ச்சிகளின் செயல்திறனை அதிகரிக்கிறது என்ற கருத்தும் சொல்லப்படுகின்றது.

(4) சைடோபிளாசம் (Cytoplasm)

சைடோபிளாசத்திற்கு ஆதாரப் பொருள்கள் (ground substances), ஹையலோபிளாசம் (hyaloplasm), எர்கஸ்டோபிளாசம் (ergastoplasm), கால்கி அமைப்பு (golgi apparatus) என்ற பெயர்கள் பழங்காலத்தில் வழங்கப்பட்டன.

சைடோபிளாசம் என்பது, செல்லிற்கு அடிப்படையாக, ஆதாரமாக அமைந்த பொருளாகும். செல்களில் காணும் மிக முக்கியமான, மிகச் சிறப்பான வேலைகள் யாவும் சைடோபிளாசத்திலேயே செய்யப்படுகின்றன. மற்றும், சைடோபிளாசத்தில் திட திரவப்பொருள் (gel-sol) மாறுதலும், இழைவு மாறுபாடுகளும் புரோடோபிளாச நேர் ஓட்டமும், வட்ட ஓட்டமும் (cyclosis), அமீபா போன்ற இயக்கமும், ஸ்பிண்ட்ல் உண்டாவதும் (spindl formation), செல் பிரிதலும் (cell cleavage) நடைபெறுகின்றன. சைடோபிளாசத்தளத்தில் (matrix) பல இழை மாறுபாடுகளாக (fibrillar differentiations), கெராடின் இழைகள் (keratin fibres, மையோஃபைப்ரில்கள் (myofibrils), நியூரோடியூபூல்கள் (neuro-tubules) போன்ற சிறப்பு அமைப்புக் கொண்டவை செல்களில் காணப்படுகின்றன.

சைடோபிளாசத்தின் வரலாறு: 1. ஹையாலோபிளாசம்: திருத்தம் பெற்ற நுண்ணோக்கிகள் கண்டுபிடிக்கப்படாத காலத்தில் சைடோபிளாசத்தில் ஒரே மாதிரியான உருவமற்ற பகுதிகள் இருப்பதாகவும், அதில் மைடோகோண்டிரியா, வாக்குவோல் போன்ற துகள்கள் பதிக்கப்பட்டிருப்பதாகவும் கருதினார்கள். இதற்கு ஆதாரமான, அடிப்படையான சைடோபிளாசம் (ground or fundamental cytoplasm) அல்லது ஹையாலோபிளாசம் என்று பெயர்.

2. எர்கஸ்டோ பிளாசம்: 19ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் சில செல்களில் உள்ள ஆதார சைடோபிளாசம், மாறுபட்ட

சாயங்களை ஏற்கின்றன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இப் பகுதிகள் காரத்தன்மை பொருந்திய சாயங்களை (basic dyes) ஏற்கின்றன. இதனால் இது 'காரவிரும்பி' அல்லது 'குரோமிடியல் சைட்டோபிளாசம்' என்று அழைக்கப்பட்டது. எர்கஸ்டோபிளாசம் என்ற சொல் கார்னியர் (Garnier, 1887) என்பவரால் பயன்படுத்தப்பட்டது. எர்கஸ்டோ பிளாசத்தின் காரவிரும்பிப் பண்பு ரிபோநியூக்ளியக் அமிலத்தினால் ஏற்பட்டதென்று காஸ்பெர்ஸ்ஸன் (Caspersson), பிராஷே (Brachet) முதலியவர்கள் கருதினார்கள். ரிபோநியூக்ளியேஸ் (Ribonuclease) என்ற நொதியைப் பயன்படுத்தினால், எர்கஸ்டோ பிளாசம் அதன் சாயம் ஏற்கும் பண்பினை இழந்து விடுகிறது.

3. கால்கி உறுப்பு: 1898ஆம் ஆண்டு வெள்ளிச் சாய முறையில் (silver staining method), ஆதாரச் சைட்டோபிளாசத்தில் கால்கி என்பவர் ஒரு வலை அமைப்பைக் கண்டுபிடித்தார். இதை உறுப்பு (apparatus) என்று கூறுவதைவிடக் கால்கி அமைப்பு (Golgi Substance) கால்கித்தொகுதி (Golgi Complex) என்று கூறுவதே பொருத்தம் ஆகும்.

கால்கி அமைப்பு, ஹையலோபிளாசத்தினின்றும் மாறுபட்டு உண்டாகியது. கால்கிப்பொருளுக்கும் ஹையலோ பிளாசத்திற்கும் ஒளிவிலகல் எண் (refractive index) ஒரே மாதிரியாக இருப்பதனால், கால்கி அமைப்பினை உயிருள்ள செல்களில் காணுவதற்குச் சிரமமாய் உள்ளன. எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி கண்டுபிடித்த பிறகுதான் இரண்டிற்கும் உள்ள தெளிவான வேற்றுமைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

சைட்டோபிளாசம்பற்றிப் பழைய கருத்துகள்: எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் கண்டுபிடிப்புக்கு முன் சைட்டோபிளாசம் பல பொருள்களை உடையதாகவும், பலவிதமான அமைப்புகளைக் கொண்டதாகவும் கருதினார்கள்.

1910ஆம் ஆண்டில் கைடுகோவ் (Gaidukow) என்பவர் சைட்டோபிளாசத்தில் ஒளிவிலகிச் செல்லக்கூடிய பொருள்கள் இருப்பதாகக் கூறினார். 1920ஆம் ஆண்டில் பேய்லிஸ் (Bayliss) என்பவர், சைட்டோபிளாசத்தில் உருவம் மாறக்கூடிய பல பொருள்களை பிரௌனியன் இயக்கத்தில் (Brownian Movement) கண்டதாகக் கூறுகிறார். சைட்டோபிளாசத்தளத்தில் சமச்சீரற்ற துகள்கள் (asymmetric particles) இருப்பதையும் கண்டுபிடித்தனர்.

சைட்டோபிளாசத்தளத்தின் இயற்பியல் வேதிப் பண்புகள் (Physico Chemical Properties of the Cytoplasmic Matrix), காரத்

தன்மையுடைய கொலாய்டல் செயல்கள் (colloidal activities) சைட்டோபிளாசத்தளத்தில் நடைபெறுவதால், சைட்டோபிளாசத்தளம், சவ்வுகள், வாக்குவோல்களுடன் சேர்ந்து, மிகவும் மாறுதல்களைக்கூடிய (heterogeneous) பல நிலைகளையுடைய கொலாய்டல் அமைப்பு (polyphasic colloidal system) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இச் சிக்கலான அமைப்பில் பல நீண்ட பெரிய மூலக்கூற்றுச் சங்கிலிகள் (macro-molecular chains) காணப்படுகின்றன. பல நிலைக் கொலாய்டல் அமைப்பின் சில இயற்பியல் வெளிப்பண்புகளைக் காண்போம் :

(a) செல்களின் முனைக்கோடி நிலையைச் (polarity) சைட்டோபிளாசத்தளம் நிர்ணயிக்கிறது.

(b) நீர்மநிலை அழுத்தத்தினால் (hydrostatic pressure) செல்லில் இயல்பாக நடைபெறும் செயல்களும் பாதிக்கப்படுகின்றன.

(c) வெளிச்சூழலோ அல்லது உள்சூழலோ மாறினால் செல்லில் உள்ள சைட்டோபிளாசத்தளத்தின் பாகுநிலை (viscosity) மாறுபடுகிறது.

(d) செல்லில் ஏற்படும் நீள்தன்மை, சுருங்குதன்மை (contractility) கூட்டிணைவு (cohesion), விறைப்பு நிலை, செல்களுக்கிடையே நடைபெறும் இயக்கங்கள் யாவும் சைட்டோபிளாசத்தளத்தினால் நடைபெறுகின்றன.

(e) செல்களின் PH மதிப்பு சைட்டோபிளாசத்தளத்தில் உள்ள பொருள்களுக்குத் தகுந்தவாறு மாறுகிறது. உதாரணமாக, பிளாஸ்மா சவ்வு, வாக்குவோல்கள், நியூக்ளியார் சாறு இவற்றில் PH மதிப்புகள் வேறுபடுகின்றன.

(f) சைட்டோபிளாசத்தளத்தில் உள்ள PH மதிப்பை மாற்ற அமிலமோ, காரமோ பயன்படுத்தினால், மீண்டும் அதன் பழைய PH மதிப்பிற்கு வரும் வரை மாறுதலைத் தாங்கிக் கொள்ளக்கூடிய ஆற்றல் (buffering power) சைட்டோபிளாசத்தளத்திற்கு உண்டு.

(g) சைட்டோபிளாசத்திற்கென ஆக்ஸிகரணக் குறைப்பு ஆற்றல் (oxidation reduction potential) உள்ளது.

சைடோபிளாசத்தளத்தின் வேதி அமைப்பு (Chemical Organisation of the Cytoplasmic Matrix): சைட்டோபிளாசத்தளத்தில் உள்ள

புரதங்களில் பெரும்பாலானவை உருண்டையான புரதங்களாக உள்ளன. சில செயல்களின்போது, இழை போன்றவையும் காணப்படுகின்றன. இழை போன்று இருப்பவை, உருண்டையான புரதங்களாக மாற்றப்படும்பொழுது, அவை அமைப்பியலான புரதங்கள் (structural proteins) எனப்படும். செல் பகுப்பின்போது உண்டாகும் ஆஸ்டர்களும் (asters), ஸ்பிண்டில்களும் (spindles) இதற்கு உதாரணங்களாகும்.

நியூக்ளியஸ், மைடோகான்ட்ரியா, மைக்ரோசோம்கள் (microsomes) முதலியவற்றைப் பிரித்தெடுத்த பின், மீதி உள்ள புரோடோபிளாசத்தளத்திற்குக் கரையும் பகுதி (solubie fraction) என்று பெயர். இதில் நொதிகளும், புரதங்களும் செல்லில் உள்ளவற்றில் ¼ பாகம் காணப்படுகின்றன. இவை சுவாசித்தலின் போது கிளிகாலிஸிஸ் (glycolysis) நடைபெறுவதற்காகவும், புரதச் சேர்க்கை நடைபெறுவதற்காகவும் பயன்படுகின்றன.

சைடோபிளாசத்தளத்தின் நுண் அமைப்பு (Ultra Structure of the Cytoplasmic Structure): எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் பார்த்த பொழுது, சைடோபிளாசத்தளம் ஒரே மாதிரியான அமைப்புடன் சிறு நுண்மணிகள் உடையதாகக் காணப்படுகிறது. சில செல்களில் 100 (A) ஆங்ஸ்ட்ராமிற்குக் குறைவான நீளமுடைய இழைகள் இருப்பதைக் காணலாம். $1 \text{ A} = \frac{1}{10,000,000}$ M. M.
இத்தகைய இழைகள் சூழ்நிலை மாறுதலினாலும், செல் இயக்கத்தின் போதும், செல் பகுப்பின்போதும், பாலிமெரைஸ் (polymerise) ஆகின்றன. செல்லின் ஜெல் (gel) நிலையை அடைய, இவை உதவுகின்றன. கெராடின் ஃபைப்ரில்களும், மையோஃபைப்ரில்களும் இவற்றால் உண்டாகின்றன.

இறுதிய ஆய்வுகளில் சைடோபிளாசத்தளத்தின் பொது மூலக்கூற்று அமைப்பு பல செல்களிலும் பொதுவாக உள்ளது என்றும், ஒரே செல்லிலும், பல பகுதிகளிலும் ஒரே விதமாக உள்ளது என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

(5) என்டோபிளாஸ்மிக் வலை
(Endoplasmic Reticulum)

கண்டுபிடிப்பு: செல்லில் நியூக்ளியஸைச் சுற்றி அமைந்திருக்கும் புரோடோபிளாசத்திற்குச் சைடோபிளாசம் என்று பெயர். சைடோபிளாசம்பற்றி ஆய்ந்த அறிஞர்கள் அது 'காரத்தன்மையுடைய சாயங்களை (basic dyes) ஏற்றுக்கொள்ளுகின்றன' என்று

அறிந்தார்கள். இத்தகைய காரவிரும்பிப்பகுதிகள் (basophilic areas) 'குரோமிடியல் சைட்டோபிளாசம்' (chromidial cytoplasm) அல்லது 'காரவிரும்பி சைட்டோபிளாசம்' என்று சொல்லப்படுகிறது. பின்னர்ச் சைட்டோபிளாசம் ஒரு குறிப்பிட்ட அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது என அறிந்தார்கள்.

ஈ. ஃப்ளுஜெஸ் (E. Pfluges, 1869), ஆர். ஹைடென்ஹைன் (R. Heidenhain, 1875) ஆகியவர்கள் காரவிரும்பிச் சைட்டோபிளாசத்தினை பேசல் ஃபிலமெண்டி (basal filamente) என்ற இழைகளுடையவை என்று வர்ணித்தார்கள். ஸி. காரினெர் (C. Gariner, 1897) என்பவர் இப் பகுதியினை எர்கஸ்டோபிளாசம் (Ergastoplasm) என்று குறிப்பிடுகிறார். இப் பகுதி அடுக்குகளைப் பெற்றுக் காணப்படுகிறதென்ற பொருள்பட பேசல் லெமல்லேன் (basal lamellan) என்று கே. டபுள்யூ. ஸிம்மெர்மேன் (K. W. Zimmerman) குறிப்பிடுகிறார்.

சைட்டோபிளாசத்தின் காரவிரும்பிப் பண்பு RNA-யினால் ஏற்பட்டதென டி. ஓ. கேபெர்சன் நிரூபித்தார். முதன்முதலில் எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் செல்லின் சைட்டோபிளாசத்தை ஆராய்ந்து அதில் வலை போன்ற இழைகள் காணப்படுவதாகக் கே. ஆர். போர்டர், ஏ. கிளாட் (A. Claude), ஈ. எப். ஃபுல்லர் (E. F. Fuller) என்பவர்கள் கண்டார்கள். வலைபோன்ற இழைகளில் வெஸிகுலார் பொருள்கள் (vescicular substances) ஒன்றுக்கொன்று இணைந்திருப்பதைப் போர்டரும், எச். பி. தாம்சன்ஸும் (H. P. Thompsens, 1947) பார்த்தனர். இவற்றிற்கு எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை என்று போர்டரும், எஃப். எல். கால்மேனும் (F. L. Kallman) பெயரிட்டனர்.

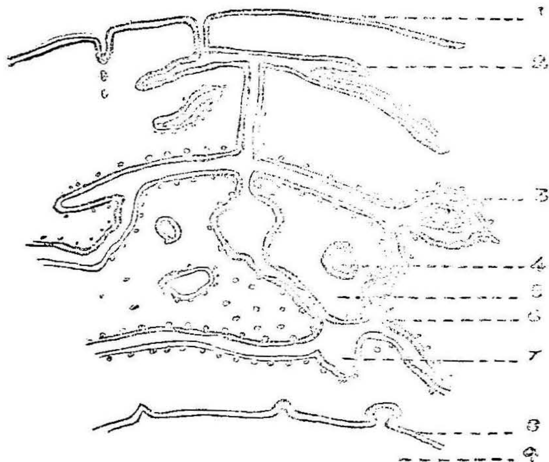
எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையின் அமைப்பு (Structure of Endoplasmic Reticulum): எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையைச் சைட்டோபிளாஸ்மிக் வலை (cytoplasmic reticulum) என்றும், நியூக்ளியஸ் உறை (nuclear envelope) என்றும் இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையின் பல பாகங்களையும் படத்தில் காணலாம்.

சைட்டோபிளாஸ்மிக் வலை: இது சைட்டோபிளாஸ்மிக் எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை (cytoplasmic endoplasmic reticulum or CER) எனப்படும். CERன் சவ்வுகளை சைட்டோசவ்வுகள் (cytomembranes) என்று ஸி. எச். போர்ன் (C.H. Bourne) கூறுகிறார். ஜோஸ்ட்ரண்ட் (Sjostrand) என்பவர் இவற்றை மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கிறார்.

(1) ஆல்ஃபா சைடோ சவ்வுகள் (alpha cyto membranes)

(2) பீடா சைடோ சவ்வுகள் (beta cyto membranes)

(3) காம்மா சைடோ சவ்வுகள் (gamma cyto membranes)



படம் 40. எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை

1. பிளாஸ்மா லெம்மா
2. பிளாஸ்மா லெம்மாவின் உள் வளர்ச்சி
3. ஸிஸ்டெர்னு
4. சிறு வாக்குவோல்
5. சைடோபிளாசம்
6. தனியான எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையையொட்டிய ரிபோசோம்கள்
7. வாக்குவோலைப் போன்ற ஸிஸ்டெர்னு
8. டோனுபிளாஸ்ட்
9. வாக்குவோலார் சாறு

இவற்றுள் ஆல்ஃபா சைடோ சவ்வுகள் நுண்மணிகளைப் போன்ற சவ்வுகளாக (granular membranes) ரிபோசோம்களைப் பெற்றுள்ளன.

பீடா சைடோ சவ்வுகள் பிளாஸ்மா சவ்வு உட்குழிந்து சைடோபிளாசத்தினுள் செல்கிறது.

காம்மா சைடோ சவ்வுகளில் ரிபோசோம்கள் கிடையா. இவை கால்கித் தொகுதியை (golgi complex) ஒத்துள்ளதால், கால்கி சவ்வுகள் (golgi membranes) என்று அழைக்கப்படும்.

நுண்மணி சவ்வுகள் : இவற்றில் அதிகமான எண்ணிக்கையில் ரிபோசோம்கள் உள்ளன. ஆகையினால், புரதச் சேர்க்கை நடைபெறும் செல்களிலும், சுரக்கும் செல்களிலும் இவை அதிகமான எண்ணிக்கையில் காணப்படும். சவ்வின் மேலுள்ள நுண்மணிகள் வெளிப்புறமாகச் சைட்டோபிளாசத்தை நோக்கி அமைந்துள்ளன. இச் சவ்வு அடுக்குகளுடனே, தட்டையாகவோ, உட்குழிவுள்ள பை போன்ற வெஸிக்கிள்களாகவோ (vesicles) காணப்படும். இவை ஆல்ஃபா சைட்டோ சவ்வுகளை ஒத்துள்ளன. இது, மையத்தில் தொடர்பற்ற ஒளி ஊடுருவக்கூடிய அடுக்கு ஒன்றும், அதன் இரு புறத்திலும் ஒளி ஊடுருவிச் செல்ல முடியாத இரு அடுக்குகளுமாக மூன்று அடுக்குகளாகக் காணப்படும். சவ்வுகளில் கூட்டமான வெஸிக்கிள்கள் காணப்படும்.

நுண்மணிகளற்ற சவ்வுகள் : இவை காமா சவ்வுகளை ஒத்தவை. இவற்றில் துகள்கள் கிடையா. இவை குழாய்கள் வடிவமாக ஒன்றுக்கொன்று இணையாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இவை கொழுப்புச் சேர்க்கைக்கும் (steroid synthesis) பயன்படுகின்றன. இவ்விதமான சவ்வுகள் கண் திரையின் நிறமி எபிதீலியல் செல் (pigment epithelial cell of the retina), கல்லீரல் செல் (liver cell) முதலியவற்றில் காணப்படும்.

நியூக்ளியார் உறை : இதை எஸ். ஜி. டாம்லி (S. G. Tomli) என்பவரும், எச். ஜி. கால்லன் (H. G. Callen, 1950) என்பவரும் கண்டுபிடித்தார்கள்.

நியூக்ளியஸைச் சுற்றியுள்ள எண்டோபிளாஸ்மிக் வலைக்கு நியூக்ளியார் உறை என்று பெயர். இது இரு சவ்வு அடுக்குகளினால் ஆகியது. இரு சவ்வுகளுக்கும் இடையே 20 முதல் 40 மில்லி மைக்ரான் இடைவெளி இருக்கும். 1 மைக்ரான் என்பது $\frac{1}{1000}$ மில்லி மீட்டர் ஆகும். 1 மில்லி மைக்ரான் (millimicron $m\mu$) என்பது $\frac{1}{100,000,000}$ மில்லி மீட்டர் ஆகும். இது தொடர்ச்சியாக இராமல், இடையிடையே சிறு நுண்துளைகளுடன் (pores) காணப்படும். இவ்விதமான நுண்துளைகளின்மூலமாக நியூக்ளியோ பிளாசத்திற்கும், சைட்டோபிளாசத்திற்கும் தொடர்பு ஏற்படுகிறது. ஜே. எஃப். ஹார்ட்மேன் (J. F. Hartman, 1953), ஜி. எஃப். பார் (G. F. Baur), டபிள்யூ. பிர்மேன் (W. Beermann, 1954), எம். எல். வாட்சன் (M. L. Watson) ஆகியவர்களுடைய ஆய்வுகளினால் பின்வரும் கருத்துகள் உருவாயின :

1. இதில் இரு சவ்வுகள் உள்ளன.
2. நியூக்ளியஸ் விளிம்பு குரோமேட்டினுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கும்.
3. வெளிச்சவ்வும், உள்சவ்வும் இணைந்துள்ளன. துளைகள் 50 முதல் 100 மில்லி மைக்ரான் அளவில் உள்ளன. நியூக்ளியார் உறை மிகவும் சிறப்புப்பெற்று, குரோமோசோம்களின் இடைநிலையுடன் (interphase) தொடர்பு உடையது. சைட்டோபிளாசத்திலிருந்து பெரிய நுகள்கள் துளைகளின் வழியாக நியூக்ளியோ பிளாசத்தை அடைகின்றன.

சைட்டோ சவ்வுகளில் பிளாஸ்மா சவ்வுகளில் உள்ளதைப் போன்ற இரு லிபிட் அடுக்குகளும் (lipid layers) புரத மூலக்கூறு அமைப்புடன் காணப்படுகின்றன.

நுண்மணிகள் இல்லாத சவ்வுகளில் பாஸ்ஃபோலிபிட் (phospholipid) செறிவும், பாஸ்படேஸ் அமிலச் செயல்களும் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன என்று ஈ. எல். கஃப் (E. L. Kuff) என்பவரும், எ. ஜே. டால்டன் (A. J. Dalton, 1959) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர். இதனால் இச் சவ்வு சுரத்தலுக்கும் (secretion), உறிஞ்சுதலுக்கும் (absorption) பயன்படுகிறது என்று தெரிகிறது.

நுண்மணிகளைப்பெற்ற, நுண்மணிகளற்ற சவ்வுகளைத் தவிர, வளைய அடுக்குகளையும் (annulate lamellae) பி. எ. அஃப்ஜிலியஸ் (P. A. Afzelius) என்பவர் 1955ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார். எச். ஸ்விஃப்ட் (H. Swift) என்பவர் இவை இன்னும் பல செல்களிலும் இருப்பதைக் கண்டார். இஃது இரு இணைச் சவ்வுகளினால் ஆகியது. இரு சவ்வுகளுக்கும் இடையே 20 முதல் 40 மில்லி மைக்ரான் இடைவெளி இருக்கின்றது. இவற்றில் நியூக்ளியார் உறையில் உள்ளதைப் போன்ற துளைகள் காணப்படுகின்றன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

எண்டோ பிளாஸ்மிக் வலையின் வேலைகள் (Functions of Endoplasmic Reticulum) :

1. கிளைகோஜென் வளர்சிதை மாற்றம் (Glycogen Metabalism) : கல்லீரல் செல்களில் உள்ள நுண்மணிகளற்ற சவ்வு, கிளைகோஜன் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு உதவுகின்றதென ஃபாஸெட் (Fawcett, 1955), போர்டர், ஸி. புருனி (C. Bruni, 1960) முதலியவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். கிளைகோஜன் சேமித்து வைக்க இச் சவ்வுகள் பயன்படுகின்றன என்று ஈ. யாமடா (E. Yamata), என்பவரும்

போர்டரும் 1961ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார்கள். இச் சவ்வுகளில் குளூகோஸ் -6- பாஸ்பேட் (glucose - 6 - phosphate) என்ற நொதி இருப்பதாக வி. பி. பீடர்ஸ் (V. B. Peters, 1962) கண்டுபிடித்தார். இச் சவ்வுகள் உயிருள்ள குளூகோஸ் வளர்சிதை மாற்றத்தினை (glucose metobolism) ஒழுங்குபடுத்துகின்றன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

2. புரதச் சேர்க்கை (Protein Synthesis) : நுண்மணிச் சவ்வுகளில் ரிபோசோம்கள் இருப்பதால், இவற்றில் புரதச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. புரதச் சேர்க்கை நடைபெறுவதற்கு வேண்டிய ஆற்றலும், நொதித் தொகுதிகளும் ரிபோசோம்களில் உள்ளன. இவற்றின் உதவியைக்கொண்டு, சைட்டாபிளாசத்தில் உள்ள பொருள்களையும் சேர்த்துக்கொள்கின்றன.

தாவரங்கள் அனேக நைட்ரேட்டுகளை நைட்ரைட்டாகவும் நிலத்திலிருந்து வேரின்மூலம் உறிஞ்சுகின்றன. இவை நைட்ரைட்டாகவும் ஹைட்ராக்ஸிலமைன் (hydroxylamine) ஆகவும், அம்மோனியாகவும் (ammonia) குறைக்கப்படுகின்றன. சுவாசித்தலின் போது, புரதம்சார்க்கரைப் பொருளாக மாற்றப்பட்டு. ஆக்ஸிஜனோடு சேர்ந்து பல உப பொருள்களாக்கப்படுகின்றன. அவற்றுள் ஆல்பாகீட்டோ குளூடாரிக் அமிலமும் (alphareto glutaric acid) ஒன்று. இத்துடன் அம்மோனியா சேர்ந்து குளூடாமிக் அமிலத்தை (glutamic acid) உண்டாக்குகிறது. இதற்குக் குறைப்பு அமைனீகரணம் என்று பெயர். குளூடாமிக் அமிலம் மற்றோர் அங்கக அமிலத்தோடு சேர்ந்து, மற்றோர் அமினோ அமிலமாகிறது. இதற்கு மாற்று அமைனீகரணம் என்று பெயர்.

DNA-யிலிருந்து செய்தியை MRNA சைட்டோபிளாசத்திற்குக் கொண்டு வருகிறது. சைட்டோபிளாசத்தில் இச் செய்தியை SRNA வாங்கி, DNA-யின் சங்கேதத்திற் (code) கிணங்க ரிபோசோமில் அங்கக அமிலங்களும் புரதங்களும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இதன் விரிவும் விளக்கமும் 'செயலியல்' என்னும் பகுதியில் காண்க.

3. லிபிடு, ஸ்டிராய்டு சேர்க்கை (Lipid Steroid Synthesis) : நுண்மணிகளற்ற வழவழப்பான சவ்வுகளில் உள்ள நொதிகள் டிரைகிளிஸெரைடுகள் (triglycerides) என்ற லிபிடுகளாக உள்ளன. இச் சவ்வுகள் ஹார்மோன்களை (harmones) உண்டாக்குவதாக ஃபாசெட்டும், கிரிஸ்டென் சென்னும் நம்பினார்கள்.

4. செல்களுக்கிடையே உணர்வுகளைப் பரிமாறிக்கொள்ளுதல் (Interacellular Impulse Conduction): எலும்புக்கூடு (skeleton), இருதயத்தோடு தொடர்புடைய தசைநார்கள் (muscle fibres) ஆகியவற்றில் உணர்வுகளை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லுவதற்கு இவ்விதமான சவ்வுகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

5. செல்லுக்குள்ளே உள்ள பொருள்களைப் பல இடங்களுக்கும் கொண்டு செல்லக்கூடிய சுழற்சி அமைப்பாக CER விளங்குகிறது. இரு சவ்வுகளுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளி 75 முதல் 100 மில்லி மைக்ரான்களாக உள்ளது. இத்தகைய மிகச் சிறிய இடைவெளியிலும் பொருள்கள் செல்கின்றன. நொதிகளைப் போன்ற புதிதாகத் தயாரித்த புரதங்கள் CER-ன் மூலமாகச் செல்லுவதாகப் பாலாட் என்பவரும், சிகேவிட்ஸ் (Siekevitz) என்பவரும் கண்டுபிடித்தார்கள். மற்றும் பிளாஸ்மா சவ்வுகளி லிருந்து குளாபுலின் (globulin) என்ற பொருள் CER சவ்வுகளின் வழியாகச் செல்லுகின்றது என்று ஜி. காட்மேன் (G. Godman) என்பவரும், போர்டரும் (1960) கண்டுபிடித்தனர்.

ஆல்பா சைடோ சவ்வுகளுக்கும், பிளாஸ்மா சவ்விற்கும் தொடர்பு உள்ளதாக 1957ஆம் ஆண்டில் எப்ஸ்டீன் (Epstein) என்பவர் கருதினர். இதனால் செல்வெளியில் உள்ள இடத்திலும் தொடர்பு (extra cellular space) இருப்பதாக ராபெர்ட்சன் (Robertson, 1959) எண்ணினர். இதன்மூலம் செல்லின் நியூக்ளியஸில் உள்ள உள்வெளி நியூக்ளியார் சவ்வுகளுக்கும், கால்கி சவ்வுகளுக்கும் தொடர்பு உள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது. இத்தகைய அமைப்பு இருந்தால் செல்லினுள் ஓர் இடப்பெயர்ச்சி அமைப்பும் (transport system), ஒரு சுழற்சி அமைப்பும் (circulatory system) காணப்படும் என்று பாலாட் கருதினர்.

எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் ஆராய்ந்தபொழுது, பிளாஸ்மா சவ்விற்கும் ஆல்பாசைடோ சவ்வுகளுக்கும் தொடர்ச்சி இருப்பது தெரியவில்லை.

பிளாஸ்மா சவ்வில் பல உட்குழிகள் (invaginations) தோன்றுகின்றன. இதனால் இவை சைடோபிளாஸ்மிக் சவ்வுகளுடன் தொடர்புடையன என்று கூறலாம் என்று சிலர் கருதுகின்றனர்.

முப்பரிமாண முறையினால் (three dimensional) செல்லின் உறுப்புகளை ஆண்டெர்சன்-ஸிடெர்கிரென் (Andersson - Cedergren, 1959) என்பவர்கள் ஆராய்ந்து, பிளாஸ்மா சவ்விற்கும், எண்டோ

பிளாஸ்மிக் சவ்விற்கும் தொடர்பே கிடையாது என்று கண்டு பிடித்தார்கள்.

சைடோசவ்வுகளின் தோற்றம் (Origin of Cytomembranes):

(a) சைடோசவ்வுகள் சைடோபிளாசத்தில் தோன்று வதற்கும், நியூக்ளியார் சவ்வு, பிளாஸ்மா சவ்வு தோன்றுவதற்கும் எந்த விதமான தொடர்பும் இடையாது என்று ஃபாவெலட், 1955, குரோசுமி (Kurosumi, 1957), முங்கெர் (Munger, 1958) முதலிய வர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள்.

(b) சைடோசவ்வுகள் நியூக்ளியார் சவ்வின் வெளி வளர்ச்சி களாகத் (evaginations) தோன்றுகின்றன என்று பென்னெட் (Bennet, 1956), பாலாட், வதனபி (Watanabe, 1958), விஸ் (Weiss, 1953) ஆகியவர்கள் கருதினர்கள்.

(c) சைடோசவ்வுகள் பிளாஸ்மா சவ்வுகளிலிருந்து உண்டா கின்றன என்று பெர்ன்ஹார்ட் (Bernhard), ரூய்ல்லெர் (Rouiller, 1956) என்பவர்கள் கருதினர்கள்.

(6) மைடோகோண்டிரியாக்கள் (Mitochondria)

1882ஆம் ஆண்டில் டபுள்யு. ஃபிளெம்மிங் (W. Flemming) என்பவர், சைடோபிளாசத்தில் பல பொருள்கள் இருப்பதைக் கண்டு, அவற்றிற்கு ஃபிலா (Fila) என்று பெயரிட்டார். ஆர். ஆல்ட் மேன் (R. Altmann, 1880, 1890) என்பவர் இவற்றை வர் ணித்து, இவற்றிற்கு 'பையோபிளாஸ்ட்டுகள்' (bioblasts) என்று பெயரிடுகிறார். கவுத்ரி (Cowdry) என்பவர் ஆல்ட்மேனுக்கு முன்பு, பலர் இத்தகைய பொருள்கள் செல்லில் இருப்பதைக் கண்டறிந் தனர் என்று கூறுகிறார். ஆல்ட்மேன் வர்ணித்த பொருள்களுக்கு ஆல்ட்மேன் நுண்மணிகள் (Altmann's granules) என்று மற்றவர்கள் பெயரிட்டார்கள். இவை உயிருள்ள செல்களில் மிகவும் முக்கிய மான பகுதிகள் என்று கருதப்பட்டன. 1897ஆம் ஆண்டில் இப் பொருள்களை பெண்டா (Benda) என்றவர் கண்டு, அவற்றிற்கு 'மைடோகோண்டிரியாக்கள்' என்று பெயரிட்டார். கிரேக்கமொழியில் இச் சொல்லுக்கு 'இழை நுண்மணிகள்' என்று பொருள். இழை போன்றும் நுண்மணிகள் போன்றும் இல்லாமலிருப்பதால், இப் பெயர் மிகவும் பொருத்தமுடையதாகும்.

1. மைடோகோண்டிரியாவின் அமைப்பு (Structure of Mitochondria)

அளவும் உருவமும் (Size and Shape): விலங்குகளின் செல் களில் உள்ள ஒவ்வோர் உறுப்பிற்கும் ஒருவித உருவ அமைப்

புடைய மைடோகோண்டிரியாக்கள் உள்ளன. உதாரணமாக, அட்ரினல் கார்டெக்ஸில் (adrenal cortex) உள்ள மைடோகோண்டிரியாக்கள் சாதாரண நுண்ணோக்கியில் பார்த்தால் சிறிய குச்சி (rod) போல் அல்லது நுண்மணிகளைப்போல் காணப்படும். குடலில் உள்ள (intestine) மைடோகோண்டிரியாக்கள் இழைகளைப் போன்றவை (filamentous). சுரக்கும் சுரப்பிகளில் (secreting glands), உதாரணமாக, கணையத்தில் (pancreas) நுண்மணிகளாக மாறி இறுதியாக சைமோஜென் நுண்மணிகளாக (zymogen granules) மாறிவிடுகின்றன.

மைடோகோண்டிரியாவின் சராசரி நீளம் 0·3 மைக்ரானிலிருந்து 40 மைக்ரான்கள் வரை இருக்கும். விட்டம் 0·2 முதல் 3 மைக்ரான்கள் வரை இருக்கும். இவற்றின் விட்டம் நிலையானதாக உள்ளது. விட்டம் அதிகமாகும்போது, அதற்கு ஏற்றவாறு நீளமும் அதிகரிக்கும்.

மைடோகோண்டிரியாக்களின் உருவமும் அளவும் செல்லின் உள் வெளிக்காரணிகளான சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் (osmotic pressure), PH மாறுதல் முதலியவற்றால் பாதிக்கப்படுகின்றன. சில சமயம் இவை ஒன்றாகச் சேர்ந்து இணைகின்றன. அப்பொழுது அவற்றிற்குக் 'கோண்ட்ரியோஸ்ஃபியர்கள்' (chondriospheres) என்று பெயர். இத்தகைய அமைப்பு நோயின் காரணமாக ஏற்படும்.

2. அமைவிடம்: எங்கெல்லாம் ஆற்றல் தேவைப்படுகின்றதோ, அங்கெல்லாம் மைடோகோண்டிரியாக்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் எண்ணிக்கை அவை இருக்கும் செல்களின் செயல் நிலையைப் (functional state) பொறுத்தது.

சைடோபிளாசப்பருமன் அலகிற்கு (unit volume of cytoplasm) குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் மைடோகோண்டிரியாக்கள் உள்ளனவாகத் தர்லோ (Thurlow) என்னும் பெண் அறிவியலறிஞர் வெள்ளைச் சுண்டெலி நரம்பு செல்களில் செய்த சோதனைகளிலிருந்து கூறுகிறார்.

3. இயக்கம் (Movement): செல் வளர்ப்பின்போது மைடோகோண்டிரியாக்கள் இயக்கங்களைப் பெற்றுக் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் இயக்கங்கள் இரு வகைப்படும்.

செல்லின் ஒரு பகுதியிலிருந்து மறு பகுதிக்கு மைடோகோண்டிரியா செல்கிறது. இதற்குச் செல் சவ்வுகளில் உள்ள மாறுபாடான மின் ஆற்றல் காரணமாக இருக்கலாம். மற்றொரு வகை

இயக்கத்தில் மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் நெளிந்து செல்கின்றன (wriggling movement).

டபுள்யூ. எச். லூயிஸ் (W. H. Lewis) என்பவர், உயிருள்ள செல்களில் நியூக்ளியஸிலிருந்து செல் சவ்விற்கும், திரும்பவும் நியூக்ளியஸிற்கும் மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் செல்கின்றன என்று கூறுகிறார். திவாரி (Tewari) என்பவரும், போர்ன் (Bourne) என்பவரும் நியூக்ளியஸைச் சுற்றிலும் மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் சூழ்ந்துகொள்கின்றன என்று நரம்பு செல்களில் (neurons) செய்த ஆராய்ச்சியின் அடிப்படையில் கூறியுள்ளார்கள்.

மைட்டோகோண்டிரியாப் பொருள்களுக்கும், சைட்டோபிளாஸமிக் பொருள்களுக்கும் இடையே ஓர் இயக்க ஆற்றல் சார்ந்த சமன்பாடு (dynamic equilibrium) இருப்பதாகவும், மைட்டோகோண்டிரியாவில் ஒரு 'துரித இயக்கம்' (active movement) ஒன்றும் ஓர் 'உயிர்ப்பற்ற இயக்கம்' (passive movement) ஒன்றும் இருப்பதாகவும் ஃபிரெடெரிக் (Frederick, 1958) என்பவர் கூறுகிறார்.

மைட்டோகோண்டிரியாக்களை எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் ஜி. ஈ. பாலாட், 1952, எஃப். எஸ். ஜோஸ்ட்ராண்ட், ஜே. ரோடின் (J. Rhodin, 1953) முதலிய அறிஞர்கள் ஆராய்ந்தார்கள்.

4. பல்லுருத் தோற்றமும் நெகிழ்தன்மையும் (Polymorphism and plasticity): மைட்டோகோண்டிரியாக்களுக்குக் கோண்டிரியா சோம்கள் (chondriosomes) என்ற பெயரும் உண்டு. இவற்றில் சில செல்கள் சிறு கோல்கள் போன்றிருப்பதால், கோண்டிரியோ கான்ட்கள் (chondrioconts) என்றும் சொல்லப்படும்.

மைட்டோகோண்டிரியாக்களின் வளர்ச்சி பல செல்களில் பலவிதமாகவும், ஒரே செல்லில் பல வளர்ச்சி நிலைகளிலும் மாறுபட்டும் காணப்படும். இதனால் இவை பலவிதமான உருவங்களில் பலவிதமான நெகிழ்தன்மைகளுடன் காணப்படுகின்றன.

மைட்டோகோண்டிரியாக்களுக்கும், நியூக்ளியஸ்களுக்கும் உள்ள நெருங்கிய தொடர்பு பற்றி ஜே. ஃபிரடெரிக், எம். செவ்ரமாண்ட் (M. Chevremond, 1952) ஆகியோர் ஆராய்ந்தனர்.

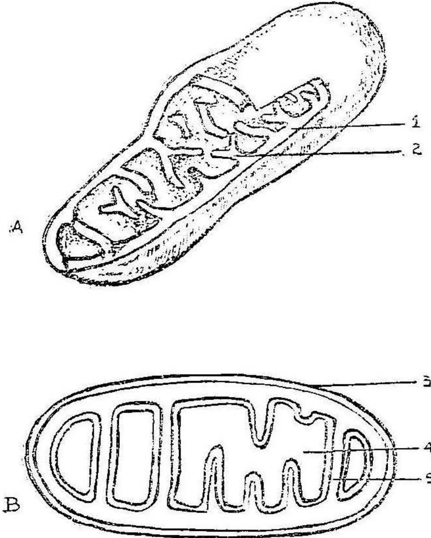
மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் இணைந்து பிரிவதை ஜி. ஓ. கே. (G. O. Gey, 1956) கண்டார்.

மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் முனைக்கு முனையும் பக்கவாட்டிலும் இணைகின்றன என்று எம். டோபியோகா (M. Topioka)

என்பவரும், ஜே. ஜே. பீஸெல் (J. J. Biesele) என்பவரும் கண்டு பிடித்தார்கள்.

மைடோகோண்டிரியா என்பவை குறிப்பிட்ட உருவமும், அமைப்பும் உடைய செல் உறுப்புகள் என்று பீம்ஸ் (Beams) என்பவரும், கிங் (King, 1935) என்பவரும் கண்டறிந்தனர்.

மைடோகோண்டிரியாவை எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் கண்டபொழுது அது இரட்டைச் சவ்வுடைய அமைப்புப் பெற்றது



படம் 41. A. முழு மைடோகோண்டிரியாவின் பகுதி வெட்டப்பட்டுள்ளது.
B. மைடோகோண்டிரியாவின் நீள் வெட்டுத் தோற்றம்

1. வெளிச் சவ்வு
2. கிரிஸ்டே
3. வெளிச் சவ்வு
4. மைடோகோண்டிரியாவின் மையப் பகுதி
5. கிரிஸ்டேவின் சவ்வு

(double membranous structure) என்றும், அதில் ஒரு வழவழப்பான வெளிச் சவ்வும், உள் நோக்கி மடிந்த பல மடிப்புகளுடைய உள் சவ்வும் உடையது என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

பாலாட் என்பவர் உள் சவ்வின் உள்நோக்கி மடிந்த மடிப்புக் களைக் 'கிரிஸ்டே மைடோ கோண்டிரியேல்ஸ்' (cristae mitochondriales) என்று கூறுகிறார்.

மைடோகோண்டிரியாவின் வெளிச்சவ்வும் உட்சவ்வும் 60A. தடிப்புப் (thickness) பெற்றுள்ளன. இரு சவ்வுகளுக்கும் இடையே 20 A இடைவெளி உள்ளது. இந்த இடைவெளியின் குழி விடத்தில் மைடோகோண்டிரியாவின் தளம் (matrix) காணப்படு கிறது. இரட்டைச் சவ்வுகளும் அவற்றிற்கிடையேயுள்ள இடமும் 140 முதல் 180 ஆ. வரையிலான தடிப்பு உள்ளன.

கிரிஸ்டே என்பவை இரட்டைச் சவ்வுகளுக்குச் செங்கோணத் தில் (right angles) பல வளைவுகளுடன் காணப்படும். சில விதமான மைடோகோண்டிரியாக்களில் கிரிஸ்டேக்கள் இரட்டைச் சவ்வு களுக்கு இணையாகக் (parallel) காணப்படும். பெரும்பாலான செல்களில் கிரிஸ்டே சவ்வுகளுக்குச் செங்கோணத்தில் காணப் படும். சில மைடோகோண்டிரியாக்களில் கிரிஸ்டேக்கள் வலை போன்ற அமைப்பு உடையவையாக இருக்கும்.

பாலாட் என்பவரின் கருத்துப்படி கிரிஸ்டே உள்பரப்பை அதிகரித்து, அதனால் ஆக்ஸிகரண வளர்சிதை மாற்ற விதத்தை (rate of oxidative metabolism) அதிகரிக்கிறது. மிகச் சமீப காலத்தில் செய்த ஆராய்ச்சிகளின்படி, மைடோகோண்டிரியாச் சவ்வுகளில் பல்லாயிரக்கணக்கான சிறு துகள்கள் (particles) இருக் கின்றன என்றும், இவற்றில் ஒரு வகையான துகள்களில் உள்ள நொதிகள் எலெக்ட்ரான் பெயர்ச்சிக்கும் (electron transport), மற்றொரு வகைத் துகள்கள் எலெக்ட்ரான் பெயர்ச்சிக்கும், ஆக்ஸி கரண மாறுபாடுகளுக்கும் (oxidative reactions) உதவுகின்றன என்று அறிகிறோம். முதல் வகைத் துகள்கள் மைடோகோண் டிரியாவின் உள் சவ்விலும், இரண்டாவது வகைத் துகள்கள் வெளிச் சவ்வுகளிலும் காணப்படுகின்றன.

மைடோகோண்டிரியாவின் வேலைகளுக்குரிய முடிவான அலகுகளை (ultimate units) டி. ஈ. கிரீன் (D. E. Green) என்பவ 1960ஆம் ஆண்டில் பகுத்து அறிந்தார். இவ்விதமான அலகு 445 ஆ. நீளமும் 100 ஆ. விட்டமும் உடையது. இதன் மூலக்கூற்று எடை (molecular weight) $3{\cdot}5\times10^{16}$. இதே விதமான அலகுகளை எச். ஃபெர்னாண்டிஸ் - மோரன் (H. Fernandes - Moran, 1962) கண்டுபிடித்தார்கள். இவ்வலகுகள் சிறு துகள்களைப் போல் உள்ளன. இத் துகள்களுக்குத் 'தொடக்கநிலைத் துகள்கள்' (elementary particles) அல்லது 'எலெக்ட்ரான் பெயர்ச்சித் துகள்கள்

(electron transport particles) என்று பெயரிட்டனர். இத் துகள்கள் மைட்டோகோண்டிரியா வெளிச்சவ்வின் வெளிப்பரப்பிலும், உட்சவ்வின் உட்பரப்பிலும் இருப்பதாக டி. எஃப். பார்சன் (D. F. Parson, 1963) கண்டுபிடித்தார். மிகச் சமீப காலத்தில் செய்த ஆராய்ச்சிகளினால் இத் துகள்களின் மூலக்கூறு எடை 1·4 மில்லியன் என்று தெரிய வந்தது.

மைட்டோகோண்டிரியாவின் உட்சவ்வில் மூன்று பகுதிகள் இருப்பதாக டி. எஸ். ஸ்மித் (D. S. Smith) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

(1) உருளை (cylinder) வடிவமான அடித்துண்டு (base piece).

(2) 40 ஆ. முதல் 50 ஆ. நீளமும், 30 முதல் 35 ஆ. விட்டமும் உள்ள உருளை வடிவமான தண்டுப்பகுதி.

(3) 75 முதல் 80 ஆ. விட்டமுடைய தலைப்பகுதி. இவற்றில் உருளையான தண்டுப்பகுதி, அடித்தளத்துண்டையும், உருண்டையான தலைப்பகுதியையும் இணைக்கிறது. இச் சிறு அலகுகளுக்கிடையே உள்ள தூரம் 100ஆ இருப்பதாகப் பார்சன்ஸ் (Parsons) என்பவர் கண்டார்.

மைட்டோகோண்டிரியாவின் வேதியியல்பு (Chemical Nature of Mitochondria): மைட்டோகோண்டிரியாவின் சவ்வுகளில் பெரும் பகுதி புரதத்தினால் ஆகியவை என்று கிரீன் (Green) என்பவர் கண்டார். இச் சவ்வுகள் நிலையான தன்மையை உடையவை. இவற்றில் a, b, c என்ற சைட்டோகுரோம்களும் (cytochromes), பாஸ்படைடுகள் (phosphatides) அல்லது பாஸ்போலிபிடுகளும் (phospholipids) உள்ளன. இவற்றில் பாஸ்போலிபிடுகள் இருப்பதை ஜெ. ஆர். பேகர் (J. R. Baker, 1946) கண்டுபிடித்தார். கோலின் (Cholin), ஈதனோலமைன் (ethanolamine) என்ற பாஸ்போலிபிடுகள் அதிகமாகவும் சிறிய அளவில் பாஸ்பாடிடில் சிரைன் (phosphatidyl serine), இனொஸிடால் (inosital), கிளிசெரால் (Glycerol) முதலிய வேதிப் பொருள்கள் இருப்பதையும் கண்டுபிடித்தார். இத்தகைய லிபிடுகள், மைட்டோகோண்டிரியாவில் ஏற்படும் நொதி மாறுபாடுகளுக்கு அமைப்புப் பொருள்களாகவோ (structural materials) அல்லது எலெக்ட்ரான் ஏற்பவையாகவோ (electron acceptors) உதவுகின்றன என்று ஏ. பி. கைக்னார்டு (A. P. Gaignard, 1953), ஈ. பெட்ருக்ஷா (E. Petruksha, 1957), கிரீன் (1958) என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள்.

மைட்டோகோண்டிரியாவின் வெளிச்சவ்வும், உள் சவ்வும் ஒரே மாதிரியான புரதம் லிபிடுகளினால் ஆக்கப்பட்டிருந்தாலும்,

அவற்றில் உள்ள மற்றும் சில பொருள்களால் மாறுபட்ட செயல்களைச் செய்கின்றன. மைட்டோகோண்டிரியாவில் சிறிய அளவில் வைட்டமின் A (vitamin A) இருப்பதாக ஜே.பி.கேடன்பி (J.B. Catenby, *1919*), ஏ. கிர்னெர் (A. Goerner), ஜி. கிர்னெர் (G. Goerner, *1938*), எச். பாப்பர் (H. Popper, *1944*) அறிவித்தனர். இதில் வைட்டமின் C இருப்பதாகவும் கூறப்படுகிறது. ஆனால், இஃது உறுதிப்படுத்தப்படவில்லை.

மைட்டோகோண்டிரியாவில் புரோட்டியோலிடிக் நொதிகள் (proteolytic enzymes) உள்ளன என்று எச். மார்ஸ்டன் (H. Morston) என்பவர் *1928*ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார். மைட்டோகோண்டிரியா பல நொதிகள் அடங்கிய செயற்களக்கருவி (apparatus) என்று டபுள்யூ. ஸி. ஷினிய்டர் (W. C. Shneider), ஏ. பி. கென்னடி (A. P. Kennedy), ஜி. எச். ஹோஜ்பூம் (G. H. Hogeboom), ஏ. எல். லெனிஞ்ஜெர் (A. L. Lehninger), ஈ. எல். கஃப் (E. L. Kuff) முதலியவர்களுடைய ஆராய்ச்சியினால் மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் என்பவை நொதிகள் பலவற்றைக் கொண்ட கலம் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதில் அடங்கிய நொதிகளாவன :

(a) ஸக்ஸினிக் டிஹைட்ரஜனேஸ் (succinic dehyadrogenase)

(b) ஸைட்டோகுரோம் ஆக்ஸிடேஸ் (cytochrome oxidase)

(c) இணைநொதி Q (Co-enzyme Q)

(d) ஸைடோகுரோம் ரிடக்டேஸ் (cytochrome reductase)

(e) அகோனிடேஸ் (aconitase)

(f) ஃபியூமாரேஸ் (fumarase)

(g) பாஸ்போ டிரான்ஸ்ஃபெரேஸ்கள் (phosphotransferases)

(h) ஐஸோஸிட்ரிக் டிஹைட்ரஜனேஸ்கள் (isocitric dehydrogenases)

(i) அஸிடில் co A (acytyl co A)

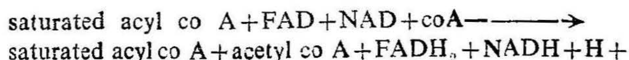
மைட்டோகோண்டிரியாவின் உள்சவ்வில் உள்ள எலெக்ட்ரான் மாற்றித் துகள்களில் 6 புரதங்கள் இருப்பதாகவும், ஒவ்வொரு துகளிலும் ஸக்ஸினிக் டிஹைட்ரஜனேஸ் நிகோடினமைடு அடினைன் டைநியூக்ளியோடைடு (nicotinamide adenine

dinucleotide-NADP) சைட்டோகுரோம் a, b, c, C_1 முதலியவை இருப்பதாகக் கிரீன் என்பவரும், அவரது சக ஆய்வினர்களும் கண்டுபிடித்தார்கள்.

மைடோகோண்டிரியாவின் வேலைகள் : உயிர்ச் செயல்கள் அனைத்திற்கும் அத்தியாவசியமான ஆற்றலைச் சுவாசித்தல்மூலம் செல்கள் பெறுகின்றன. சுவாசித்தலின்போது சிக்கலான வேதி அமைப்புப் பெற்ற கார்போஹைட்ரேட்டுகள் (carbohydrates), புரதம், அமினோ அமிலம், கொழுப்பு அமிலம் ஆகியவை ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்ந்து எளிய அமைப்புடைய பொருள்களாக மாற்றப்படுகின்றன. இச் செயல்களின்போது நீர், கார்பன்டையாக்ஸைடு, ஆற்றல் என்பவை வெளிப்படுகின்றன. இந்த வேதி மாற்றங்கள் நடைபெறும்பொழுது, எலெக்ட்ரான்கள் நீக்கப்பட்டுப் பல பொருள்களுடன் சேர்ந்து இறுதியாக ஆக்ஸிஜனை அடைகின்றன. இவ்விதம் எலெக்ட்ரான் ஓட்டத்தினால் (electiron flow) வெளியான ஆற்றல் ATP-யின்மூலம் பாதுகாக்கப்படுகிறது.

1. செல் சுவாசச் செயலுக்கு வேண்டிய எல்லா நொதிகளும் ஆக்ஸிஜன் ADP, அனங்ககப் பாஸ்பேட்டுகள் (inorganic phosphates) முதலியவை கிடைக்கப் பெற்றுக் கார்பன்டையாக்ஸைடு ஆகவும், நீராகவும், ஆற்றல் பொதிந்த ATPயாகவும் வெளியாகின்றன. எனவே, மைடோகோண்டிரியாக்களைச் 'செல்லின் ஆற்றல் அகங்கள்' (power houses) என்று கூறுவது மிகையாகாது. சுவாசித்தலில் ஏற்படும் பல வேதி மாறுபாடுகளையும், நொதிகளின் பயன்களையும் 'செயலியல்' என்னும் பகுதியில் விரிவாகக் காண்க.

2. கொழுப்பு அமிலங்களின் பீட்டா ஆக்ஸிகரணம் (Beta Oxidation of Fatty Acids): கொழுப்புப்பொருள்கள், தண்ணீர், லிபேஸ் (lipase) ஆகிய நொதிகளுடன் சேர்ந்து கிளிசெரால் (glycerol) ஆகவும், கொழுப்பு அமிலங்களாகவும் மாறுகின்றன. இப்பொருள்கள் மீண்டும் பல நொதிகள், இணைக்காரணிகளின் (Co-factors) உதவியினால், எளிய பொருள்களாக மாற்றப்படுகின்றன. இதில் நடைபெறும் வேதி மாறுபாடுகளைக் கிரீன் என்பவரும், லைமென் (Lymen, 1952) என்பவரும் கண்டுபிடித்து, வேதி மாற்றங்களுக்கு உதவும் நொதிகளையும் தனியாகப் பிரித்தெடுத்தனர்.


saturated acyl co A + FAD + NAD + coA ——→
saturated acyl co A + acetyl co A + $FADH_2$ + NADH + H +

3. எலெக்ட்ரான் பெயர்ச்சித் தொகுப்பு (Electron Transport System): சுவாசித்தலின்போது பைருவிக் அமிலம் (pyruvic acid),

கொழுப்பு முதலியன மைட்டோகோண்டிரியாவின் வெளிச்சவ்வில் ஆக்ஸீகரணம் செய்யப்படும்பொழுது, எலெக்ட்ரான்களைத் தருகின்றன. இவை எலெக்ட்ரான் ஏற்பவையாகக் (acceptors) கருதப்படுகின்றன. இரு சவ்வுகளிலும் உள்ள துகள்களுக்கிடையே இவ்வித எலெக்ட்ரான்கள் தள்ளப்படுகின்றன. எலெக்ட்ரான்களை ஏற்று, NAD- டிஹைட்ரஜனேஸ் குறைக்கப்பட்டு, NADH ஆகி, உட்சவ்வின் துகள்களுக்குச் சென்று, பின்னர் ஆக்ஸீகரணம் செய்யப்படுகிறது. எலெக்ட்ரான் மாற்றி அமைப்பினை ஆர். எம். பாக் (R. M. Bock) என்பவரும், ஆர். எஸ். ஸி. ரிட்ல் (R. S. C. Riddle) என்பவரும் ஆராய்ச்சிகள் செய்து கண்டுபிடித்தார்கள்.

4. ஆக்ஸிடேடிவ் பாஸ்ஃபாரிலேஷன் (Oxidative Phosphorylation) : எலெக்ட்ரான்கள் மாற்றப்பட்டதால் வெளியான ஆற்றலின் ஒரு பகுதி ADP யினை ATP ஆக மாற்ற உதவுகிறது. இதற்கு ஆக்ஸிடேடிவ் பாஸ்ஃபாரிலேஷன் என்று பெயர். எலெக்ட்ரான் மாற்றி அமைப்பில் உள்ள வரிசையான மாறுபாடுகளுக்கிடையே உள்ள ரிடாக்ஸ் பொடென்ஷியல் வேறுபாடுகளிலிருந்து (redox potential differences) பாஸ்பாரிலேஷனுக்குத் தேவையான ஆற்றல் கிடைக்கிறது. எலெக்ட்ரான் மாற்றித் துகள்களின் அடிப்படையான வேலை ADP, அனங்கப் பாஸ்பரஸ், உயர் ஆற்றல் பிணைப்பு (high energy bond) இவற்றின் உதவியினால் ATP உண்டாக்கப்படுகிறது. இவ்வுண்மைகள் லெனிஞ்ஜெர், சான்ஸ் (Chance), ஸ்லாடர் (Slater), லார்டி (Lardy) முதலியவர்கள் செய்த ஆய்வுகளிலிருந்து தெரிய வந்தன.

5. மைட்டோகோண்டிரியாச் சவ்வுகளில் உள்ள எலெக்ட்ரான் மாற்றித் துகள்கள் மைட்டோகோண்டிரியாவின் முக்கியமான வேலைகளைச் செய்வதற்குத் தேவையான பொருள்களின் சமநிலையைப் பாதுகாக்கின்றன. வெளிச்சவ்வில் மக்னீஷியம் (magnesium), கால்ஸியம் (calcium), மாங்கனீஸ் (manganese) போன்றவற்றின் இயக்கம் நடைபெறுகிறது. இவை பாஸ்பேட் அயனிகளுடன் (phosphate ions) சேர்ந்து பைவேலன்ட் அயனிகளாக (bivalent ions) இச் சவ்வுகளில் சென்று, குறிப்பிட்ட செறிவு அடைந்தவுடன் வீழ்படிவு (precipitate) ஆகி விடுகின்றன. இப் பொருள்கள் ATP உண்டாக்குவதற்குரிய இடைநிலைப் பொருள்களாகின்றன. ATP சேர்க்கையும், அயனி மாற்றமும் மாறிமாறி நடைபெறுகின்றன. சாதாரண சமயங்களில் ATP சேர்க்கை, அயனி மாற்றத்தைவிட அதிகமாக நடைபெறுகிறது. இந்த இரு செயல்களில் எது நடைபெறவேண்டும் என்று பாராதைராய்டிலிருந்து (parathyroid) சுரந்த ஹார்மோன்கள் கட்டுப்படுத்துகிறதென்று எச். ராஸ்முஸென்

(H. Rasmussen) என்பவரும், எச். எஃப். லூகா (H. F. Luca) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர். வெளிச் சவ்வுகளில் அயனிமாற்றம் நடைபெறுவதற்கு டிரான்ஸ்லோகேஸ் (translocase) என்ற நொதி பயன்படுகிறது.

6. நீர்ச் சமநிலையையும் (water balance), அதன் காரணமாகச் சவ்வூடு பரவச் சீராக்கும் வேலையையும் மேற்கொள்ளுகிறது. செல்லில் ATP-யின் செறிவு அதிகமாக இருந்தால், மைடோகோண்டிரியா சுருங்கி, அதன் காரணமாக அதிக அளவிலான நீர் வெளியாகின்றது. சைடோபிளாசத்தில் ATP-யின் செறிவு குறைந்தால், மைடோகோண்டிரியா தண்ணீரை ஏற்று விறைப்பு நிலையை அடைகிறது. சைடோபிளாசத்தில் உள்ள ATP-யின் செறிவு மைடோகோண்டிரியாவைச் சுருங்கி விரியச் செய்கிறது.

மைடோகோண்டிரியாவின் சிதைவு (Degeneration of Mitochondria): மைடோகோண்டிரியாக்கள் மாறும் நிலையுள்ளவை. இவற்றின் உருவமும், தன்மையும் பல காரணிகளினால் மாற்றப்படுகின்றன. செல்லிற்கு ஊறு ஏற்பட்டவுடன், மைடோகோண்டிரியாக்கள் உடனே பாதிக்கப்படுகின்றன. மைடோகோண்டிரியாவில் ஏற்படும் சில மாறுதல்கள் மீள்தன்மையுடையவை. மைடோகோண்டிரியாக்கள் சிறு துகள்களாகப் பிரிந்து, குவிந்து கொள்கின்றன. முக்கியமாக, மைடோகோண்டிரியாக்கள் மூன்று விதமான மாறுதல்களை அடைகின்றன :

1. சிறு மணிகளாகப் பிரிந்து பரவுகின்றன.

2. பருத்து, பெரிய வாக்குவோல்களாகின்றன.

3. மைடோகோண்டிரியாவில் நிறைந்த அளவில் பொருள்கள் குவிந்து ஹயாலின் நுண்மணிகள் (hyaline granules) ஆகின்றன.

சிதைவடையும் மைடோகோண்டிரியாக்கள் லைசோசோம்கள் ஆக்கப்படுகின்றன என்று சொல்லப்படுகின்றது. மைடோகோண்டிரியாக்கள் இணைந்து கோண்டிரியாஸ்ஃபியர்கள் (chondriospheres) ஆகின்றன. சில சமயங்களில் மைடோகோண்டிரியாக்கள் சிதைந்து பல்லடுக்கு உறைகளாகின்றன (multilamellar sheaths).

மைடோகோண்டிரியாவின் தோற்றம் (Origin of Mitochondria) : மைடோகோண்டிரியாவின் தோற்றம்பற்றி மூன்று விதமான கருத்துகள் கூறப்படுகின்றன :

1. முன்பு இருந்த மைடோகோண்டிரியாக்கள் பகுப்பு அடைந்து புதிய மைடோகோண்டிரியாக்களை உண்டாக்குகின்றன.

2. மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் புதிதாக நுண்பொருள்களிலிருந்து (micro bodies) உண்டாகின்றன.

3. செல்லில் உள்ள பிளாஸ்மா சவ்வு, எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை, காலிகி கூட்டு ஆகிய சவ்வு அமைப்புகளிலிருந்து மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் தோன்றுகின்றன.

1. செல் பகுப்பின்போது மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் பகுப்படைந்து பெருக்கம் அடைகின்றன. மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் குறுக்காகப் பிளந்து (fission) புதிய மைட்டோகோண்டிரியாக்களை உண்டுபண்ணுவதை ஃபிரெடெரிக் என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

2. மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் செல்களில் உள்ள மிக நுண்ணிய பொருள்களிலிருந்து பசுங்கணிகங்கள் உண்டாவது போல் உண்டாகின்றன.

3. மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் செல் சவ்வு அமைப்பிலிருந்து தோன்றுகின்றன என்ற கருத்து எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியியலை ஆதாரமாகக்கொண்டது. மைட்டோகோண்டிரியாவின் சவ்வு பிளாஸ்மா சவ்வுடனும், எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை, நியூக்ளியர் உறையுடனும் தொடர்புற்றிருப்பதாக எச். ஹாஃப்மேன் (H. Hoffman), ஜி. டபுள்யூ கிரிக் (G. W. Grigg, *1958*), ஏ. போலிகார்டு (A. Policard), ஏ. கோல்லெட் (A.Collet, *1958*) என்பவர்களும், பி. டபுள்யு. பிராண்ட் (P.W. Brandt,) ஜி.டி. பாப்பாஸ் (G.D. Pappas, *1959*) என்பவர்களும் ஆராய்ச்சிகளின்மூலம் கண்டுபிடித்தார்கள். இதனால் மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் மேலே கூறிய செல் சவ்வுகளிலிருந்து தோன்றியிருக்கலாம் என்று கூறப்படுகிறது.

மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் பிளாஸ்மா சவ்விலிருந்தும், வாக்குலார் அமைப்பின் சவ்வுகளிலிருந்தும் தோன்றலாம் என்று ஜெ. டி. ராபெர்ட்சன் (J. D. Robertson, *1961*) கூறுகிறார்.

நரம்பு செல்களில் ஈ. டி. ராபெர்டிஸ் (E. De Robertis) என்பவரும், எச். பி. பிளிய்க்மார் (H. P. Bleichmar, *1962*) என்பவரும் செய்த ஆய்வுகளினால் மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் ஆக்ஸான் சவ்விலிருந்தும் (axon membrane), ஆக்ஸோபிளாசத்திலிருந்தும் (matrix of the axoplasm) உண்டாகின்றன என்று கருதினார்கள்.

நியூரோஸ்போரா க்ராஸ்ஸா (Neurosporacrassa) என்னும் பூஞ்சையில் கோலின் (choline) என்னும் பொருள் குறைவாகக் காணப்பட்டது. இதற்குக் கதிரியக்கக் கோலினை (^{14}C-cholin) டி. ஜே. எல். லக் (D. J. L. Luck) என்பவர் பூஞ்சையில் செலுத்

திறார். புதிதாக லெஸிதின் (lecithin) சேர்ந்த அளவிற்குப் பூஞ்சையில் உள்ள மைடோகோண்டிரியாவின் எண்ணிக்கை அதிகமாயிற்று என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதிலிருந்து மைடோகோண்டிரியாக்கள் முன்பிருந்த மைடோகோண்டிரியாக்கள் பகுப்படைந்து உண்டாகின்றன என்றும், புதிதாக உண்டாவதில்லை என்றும் தெளிவாகிறது.

கல்லீரலில் உள்ள மைடோகோண்டிரியாக்கள் 10 முதல் 20 நாள்கள்வரை செயல்படுகின்றன என்று எம். ஃபிளெட்சர் (M. Fletcher) என்பவரும், டி. ஆர். சனடி (D. R. Sanadi, 1961) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர். இதனால் செல்கள் மைடோகோண்டிரியாக்களை முன்பிருந்த மைடோகோண்டிரியாக்களிலிருந்து தொடர்ச்சியாக உண்டாக்குகின்றன என்பது தெரிகிறது.

பி. சான்ஸ், டி. பார்சன்ஸ் (D. Parsons), ஜி. ஆர். வில்லியம்ஸ் G. R. Williams, 1964) என்பவர்கள் மைடோகோண்டிரியாவின் தோற்றம்பற்றிக் கீழ்க்காணும் கருத்தினை உருவாக்கினார்கள்:

ஈஸ்ட் செல்கள் ஆக்ஸிஜன் இருந்தபோதும், இல்லாத போதும் வளர்கின்றன. இவை காற்றிலிச் சுவாசியாக (anaerobiosis) வாழும்பொழுது ஸைடோகுரோம் a, B இல்லாமல் உண்மையான சுவாசித்தல் தொடர் மாறுபாடுகள் (respiratory chain) நிகழுவதில்லை. காற்றிலிச்சுவாசியாக வாழும்போது, ஈஸ்ட் செல்லில் உண்மையான மைடோகோண்டிரியா கிடையாது. ஆனால், அதற்குப் பதிலாகச் சுவாசித்தல் தொடர்மாறுபாடு நிகழ்வதற்கேற்ற இரு முதல்தர டிஹைட்ரஜனேஸ்கள் (two primary dehydrogenases) அடங்கிய சிறப்பு வாய்ந்த சவ்வு அமைப்புக் (special membrane system) காணப்படுகிறது. ஆக்ஸிஜனின் செயலினால் இந்தச் சவ்வுகள் இணைந்து, உள்ளே மடிந்து (infold) சைடோகுரோம்கள் அடங்கிய உண்மையான மைடோகோண்டிரியாக்களாகின்றன.

(7) ரிபோசோம்கள் (Ribosomes)

சைடோபிளாசத்தளத்தில் ரிபோசோம்கள் மிக நுண்ணிய துகள்களாக உள்ளன. செல்லின் மைக்ரோசோம் பகுதியில் ரிபோசோம்களும், துண்டு துண்டான எண்டோ பிளாஸ்மிக் வலைச் சவ்வுகளும் காணப்படுகின்றன. செல்லினை மாறுபாடான சென்ட்ரிஃபியூஜ் (differential centrifuge) செய்யும்போது, செல்லின் நுண்மணிகளடங்கிய சொரசொரப்பான எண்டோ பிளாஸ்மிக் வலையிலிருந்து இவை உண்டாயின என்று கருதப்படுகின்றது.

ரிபோசோம்களை ஏ. கிளாட் (A. Claude, *1941*) என்பவரும், ஜி. ஏ. பாலாட் என்பவரும் முதன்முதலில் தனியாகப் பிரித்தெடுத்தனர். பின்னர் இவை பாலாடின் நுண்மணிகள் (Granules of Palade) என்று அழைக்கப்பட்டன. மைக்ரோசோம் பகுதியில் ரிபோசோம்களும், சவ்வுகளும் இருப்பதைப் பாலாட் என்பவரும், சிகேவிட்ஸ் என்பவரும் கண்டுபிடித்து, அவற்றில் RNA மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன என்றும் கண்டு பிடித்தனர். ரிபோசோம்களில் சம அளவில் புரதமும், RNA-யும் இருப்பதை காஸ்பெர்சனும், பிரோஷேயும் தனித்தனியாகக் கண்டுபிடித்தனர்: ரிபோசோம்கள் புரதச் சேர்க்கைக்குப் பயன்படுகின்றன என்று பிரோஷே கருதினர்.

ரிபோசோம்களின் வியாபகம் (Distribution of Ribosomes) பி. ஓ. பி. சோ (P. O. P. Tso, *1963*) என்பவர், DNA, RNA போன்றவை செல்களில் இன்றியமையாத பொருள்களாகக் காணப்படுவது போல், ரிபோசோம்களும் செல்களில் இன்றியமையாதனவாக எல்லாச் செல்களிலும் காணப்படுகின்றன என்று கூறுகிறார்.

பாக்டீரியாக்களின் செல்களில் வாக்குலார் அமைப்பு இல்லை. மைகோ பாக்டீரியாவில் சில சைடோ பிளாச சவ்வுகளே உள்ளன. இவற்றில் ரிபோசோம்கள் காணப்படுகின்றன. ஈஸ்ட் செல்களில் இவை காணப்படுகின்றன. தாவரச் செல்களில் சவ்வுகளின் வளர்ச்சிக்கு முன்பே ரிபோசோம்கள் உண்டாகின்றன என்று கே. ஆர். போர்டரும், ஆர். டி. மச்சாடோவும் (R.D. Machado, *1960*) கூறினர்கள்.

புரதச் சேர்க்கையில் ஈடுபட்டிருக்கும் செல்களில் ரிபோசோம்கள் வாக்குலார் அமைப்பில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கின்றன. லிபோ புரதங்களினால் ஆகிய சவ்வுகள், புதிதாக உண்டாக்கப்பட்ட புரதத்தை ரிபோசோம்களிலிருந்து அகற்றி, அவற்றை மற்ற இடங்களுக்குக் கொண்டு செல்ல உதவுகின்றன.

எண்ணிக்கையும் செறிவும் (Number and Concentration) செல்லில் RNA-யின் அளவிற்குத் தகுந்த மாதிரி, ரிபோசோம்களின் எண்ணிக்கையும் செறிவும் அமைந்துள்ளது. எர்காஸ்டோபிளாசம் என்ற சாரவிலும் இப்பொருள்கள் இருக்கும் செல்களில் எல்லாம் ரிபோசோம்கள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன.

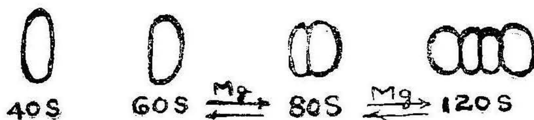
வேதிச் சேர்க்கை (Chemical Composition): ரிபோசோம்கள் அளவு, அமைப்பு, வேதிச் சேர்க்கைகளில் ஒரே சீரான ஒற்றுமையைப் பெற்றுள்ளன என்று ஜே. பான்னெர் *1961*) கூறுகிறார்.

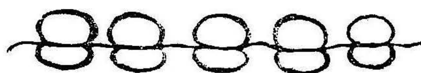
ரிபோசோம்களில் புரதமும் RNA-யும் சம அளவில் உள்ளன. இதில் உள்ள புரதம் ஹிஸ்டோன் (histone) வகையைச் சேர்ந்தது. இதில் லிபிடுப் பொருள்கள் கிடையா.

பலவிதமான செல்களில் உள்ள ரிபோசோம்களில் உள்ள RNA-க்களில் பலவிதமான அளவுகளில் அடினின், யுரேஸில், குவானின், ஸிடோஸின் என்ற நியூக்லியோடைடு பேஸ்கள் உள்ளன என்று பான்னெர் (1961) கண்டுபிடித்தார்.

பெரிய மூலக்கூற்று அமைப்பு முறை:(Macro. molecular Organisation): ரிபோசோம் பெரிய மூலக்கூற்றின் படிதல் வீதம்(sedimentation co-efficient) 70 முதல் 80 வரை இருக்கும். இதன் மூலக் கூற்று எடை $4 \cdot 5 \times 10^6$ என்று ஜி. வெப்ஸ்டெர், எஸ். எல். விட்மேன் (G. Webster and S. L. Whitman, 1961) கண்டுபிடித்தார்கள். ஒவ்வொரு பெரிய மூலக்கூறும் 250 ஆ. நீளமும்,150 ஆ. விட்டமும் உடையது.

ரிபோசோம்கள் பொதுவாக இணைந்து பாலி ரிபோசோம்கள் (Polyribosomes) ஆகின்றன. இவை புரதச் சேர்க்கையில் ஈடு படுகின்றன.





படம் 42, ரிபோசோமின் துணை அலகுகளும்
பாலி ரிபோசோம் உண்டாகும் விதமும்

கட்டிணைவினால் ரிபோசோம் மூலக்கூறுகள் இணைகின்றன. இதற்குக் குறைந்த செறிவிலான மக்னீஷியம் தேவை. மக்னீஷியச் செறிவினை 10 மடங்கு அதிகரித்தபொழுது, இரு ரிபோசோம் மூலக்கூறுகள் இணைந்து, ஒரு 'டைமெர்' (dimer) ஆகிறது. இதனுடைய மூலக்கூறு எடை தனி மூலக்கூறு எடையைவிட இரு

மடங்காகும். மக்னீஷியச் செறிவினைக் குறைத்தால் டைமெர் என்ற கூட்டு மூலக் கூறு தனி அலகுகளாகப் பிரியும். இரு ரிபோசோம் மூலக்கூறுகளை, RNA பாஸ்பேட் இணைக்கிறது. ரிபோசோம்கள் பல சிறு நுண்துளைகளைப் பெற்றுள்ளன; நீருடன் கூடியவை, அதனால் இரட்டை இழையினாலான RNA-யும் புரதமும் ஒன்றுடன் ஒன்று பின்னிப் பிணைந்திருக்கும்.

பாலி ரிபோசோம்களும் புரதச் சேர்க்கையும் (Polyribosomes and Protein Synthesis): பாக்டீரியாவிலிருந்து பிரித்தெடுத்த ரிபோசோம்கள் டைமெர்களாக 100 S படிவு விதம் உடையவையாகக் காணப்படும். புரதச் சேர்க்கையில் ஈடுபடும் பாலி ரிபோசோம்களைப் பாலிசோம்கள் (Polysomes) என்று ஜே. ஆர். வார்னெர் (J. R. Warner), ஏ. ரிச் (A. Rich), ஸி. ஈ. ஹால் (C. E. Hall, 1962) என்பவர்கள் கூறினார்கள். இவற்றை எர்கஸோம்கள் (ergosomes) என்று எஃப். ஓ. வெட்ஸ்டீய்ன் (F. O. Wettstein), டி. ஸ்டீஹிலின் (T. Staehelin), எச். நோல் (H. Noll, 1963) என்பவர்கள் கூறினார்கள்.

இவற்றைத் தவிர, 170 S படிதல் விதம் உடைய மிகப் பெரிய ரிபோசோம்கள் கூட்டு மூலக்கூறுகளும் சிவப்பு இரத்த அணுக்களில் காணப்பட்டன.

ரிபோசோம்களை எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் பார்த்த பொழுது, அவை ஒரு மெல்லிய இழையால் கட்டப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம். இம் மெல்லிய இழை தூது RNA-யின் (m RNA) இழையாக இருக்கலாம். தூது RNA-யின் மொத்த நீளம் 1500 ஆ. தனி ரிபோசோம் மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயுள்ள தூரம் 340 ஆ.

எஸ்கிரீகியா கோலி (Escherichia Coli) என்ற பாக்டீரியாவில் லியூஸைன் (leucine) என்ற அமினோ அமில அளவை அதிகரித்தால், ரிபோசோம்களின் எண்ணிக்கை ஆக்டமெரி பாலிசோம் (octamer polysome) ஆகும் வரை அதிகரிக்கிறது.

பாலி ரிபோசோம்களும் m RNA-யின் நீளமும், புரதச்சங்கிலியும் (Polyribosomes and Length of m RNA and the Protein Chain): புரதச் சேர்க்கையில் ஈடுபடும் ரிபோசோம்களின் எண்ணிக்கை மாறுபடுகின்றது. இது DNA-யிலிருந்து சங்கேதத்தைப் பெற்று வரும் m RNA-யின் நீளத்தைப்பொறுத்தது. உதாரணமாக, ஹீமோகுளோபின் (haemoglobin) மூலக்கூற்றில் 4 பாலிபெப்டைடு துணை அலகுகள் (4 polypeptide sub units) உள்ளன. ஒவ்வோர் உப அலகும் 150 அமினோ அமிலங்களைக் கொண்டது. ஒவ்வோர்

அமினோ அமிலமும் MRNA-யில் மூன்று நியூக்ளியோடைடுகளினால் தீர்மானம் செய்யப்படுகிறது. நியூக்ளியோடைடுகளுக்கு இடையேயுள்ள தூரம் 3·4 ஆ. ஒரு 1500 ஆ. நீளமுள்ள MRNA மூலக்கூற்றில் 16,000 மூலக்கூறு எடையுடைய ஹீமோகுளோபின் பாலிபெப்டைடு சங்கிலி ஆக்குவதற்குரிய செய்தி அடங்கியுள்ளது. 6 இலட்சம் மூலக்கூறு எடையுள்ள MRNA, 70,000 மூலக்கூறு எடையுள்ள புரத மூலக்கூற்றினை உண்டாக்குகிறது.

ரிபோசோம்களின் தோற்றம் (Origin of Ribosomes): செல்லின் RNA சேர்க்கையும், நியூக்ளியஸ் சைடோபிளாச உறவு முறையும் ரிபோசோம்களின் தோற்றத்துடன் தொடர்பு உடையவை. DNA-யின் ஆணையினால் நியூக்ளியோலஸில் (nucleolus) ரிபோசோமில் RNA தோன்றிக் குவிகிறது என்று கருதப்படுகிறது.

ரிபோசோம்கள் செல்லின் சைடோபிளாச உறுப்புகள் என்று கருதப்படுகின்றன. நியூக்ளியஸ் ரிபோசோம்களை உண்டாக்குகின்றது என்று வி.ஜி. ஆல்ஃபிரேயும் (V. G. Allfrey), ஏ.ஈ. மிர்ஸ்கியும் (A.E. Mirsky, *1961*) கண்டுபிடித்தனர்.

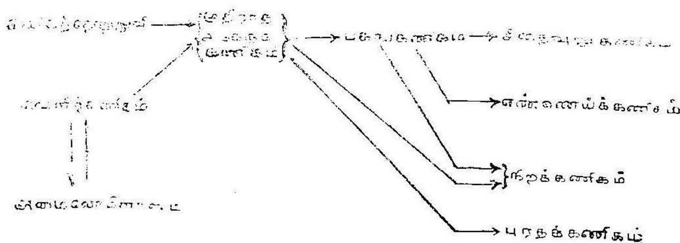
(8) பசுங்கணிகங்கள் (Chloroplasts)

தாவரச் செல்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் கணிகங்கள் (plastids) நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டுள்ளன. சில பாக்டீரியாக்கள், சில பாசிகள், பூஞ்சைகளைத் தவிரப் பெரும்பாலான தாவரங்களில் கணிகங்கள் காணப்படுகின்றன. கணிகங்களில் பலவிதமான நிறமிகள் உள்ளன. அவை பச்சயம் (chlorophyll) என்றும், கரோடினாய்டுகள் (carotenoids) என்றும் இரு வகைப்படும். இவை மாவு, புரதம், கொழுப்பு முதலியவற்றைத் தயாரித்துச் சேமிக்கும் பொருள்களாகச் சேமித்து வைக்கின்றன.

தோற்றுவி செல்களிலும், பாலினச் செல்களிலும் நிறமற்ற சிறு கோல் போன்ற வெளிர்க் கணிகங்கள் காணப்படுகின்றன. இவை நிலத்தின்கீழுள்ள தாவர உறுப்புகளில் (underground parts of the plant) மாவுமணிகளை உண்டாக்குகின்றன. ஆதலால், இவற்றிற்கு அமைலோபிளாஸ்டுகள் (amyloplasts) என்று பெயர்.

தண்டுத் தோற்றுவிச் செல்களிலும், வித்திலைகளிலும் உள்ள கணிகங்கள் முதலில் நிறமற்றுக் காணப்படும். பின்னர்ப் பச்சயம் பெற்றுப் பசுங்கணிகங்களாகின்றன.

பசுங்கணிகங்களைத் தவிர, நிறக்கணிகங்களும் (chromoplasts) உள்ளன. தக்காளிப் பழத்தில் காணும் சிவப்பு நிறத்திற்கு லைகோபீன் (lycopene) என்ற நிறமியுடைய நிறக்கணிகங்களே காரணம். நிறக்கணிகங்களில் பல வகைகள் உள்ளன. சிவப்பு, நீலப் பாசிகளில் ஃபைகோ எரித்ரின் (phyco erythrin), ஃபைகோ ஸயானின் (phyco cyanin) என்ற நிறக் கணிகங்கள் உள்ளன. பல்வேறு கணிகங்களுக்கிடையே உள்ள உறவு முறையைப் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 43. கணிகங்களுக்கு இடையேயுள்ள உறவு முறையை விளக்குதல்

பசுங்கணிகங்கள் (Chloroplasts) : இவை தாவரங்களில் பசுமையான பகுதிகளில் காணப்படும். சிறு செடிகளின் தண்டுகளிலும், சிறப்பாக இலைகளிலும், சில சமயங்களில் பூவடிச்செதில் (bract), பூக்காம்புச் செதில் (bracteole) புல்லி இதழ்களிலும் (sepals) காணப்படும்

முக்கியத்துவம் : தாவரங்கள் உணவு தயாரித்தலுக்கு இவை மிகவும் இன்றியமையாதவை. சூரிய ஒளியிலிருந்து பெற்ற ஆற்றலைப் பசுங்கணிகங்கள் ஒளிச்சேர்க்கையின்போது வேதி ஆற்றலாக மாற்றி, ஒளிச்சேர்க்கைப்பொருள்களில் சேமித்து வைக்கப்பட்டு, சுவாசித்தலின்போது ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்பட்டு வெளிப்படுத்தப்படுகிறது. இந்த ஆற்றலே தாவரங்களின் செயல்கள் அனைத்திற்கும் உதவுகிறது. விலங்குகளும் மனிதனும் நேரிடையாகவோ மறைமுகமாகவோ தாவரங்களைத் தங்கள் உணவுக்கு நம்பியுள்ளன. எனவே, பசுங்கணிகங்களை உலகின் உணவு தயாரிக்கும் தொழிற்சாலை என்று கூறினும் மிகையாகாது.

எல்லா உயிரினங்களும் சுவாசிக்கின்றன. இச் செயலின்போது உயிரினங்கள் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொண்டு கார்பன்டையாக்ஸைடை வெளிவிடுகின்றன. இதனால் வளி மண்டலத்தில் உள்ள கார்பன்டையாக்ஸைடின் அளவு அதிகமாகிவிடும். தாவரங்

களில் நடைபெறும் ஒளிச்சேர்க்கையின்போது வளி மண்டலத்தில் உள்ள கார்பன்டையாக்ஸைடை எடுத்துக்கொண்டு, ஆக்ஸிஜன் வெளியிடப்படுகிறது. எனவே, வளி மண்டலத்தில் உயிரினங்களுக்குத் தீமை விளைவிக்கும் கார்பன்டையாக்ஸைடு அதிகமாகாமல் தாவரங்கள் பாதுகாத்துக்கொள்ளுகின்றன.

அமைப்பு (Morphology) : பசுங்கணிகங்களின் உருவம், அளவு, வியாபகம் முதலியவை இனங்களுக்கு இனம் வேறுபடுகின்றன; ஒரே தாவரத்திலும் உறுப்புகளுக்குத் தக்கவாறு மாறுபடுகின்றன. ஆனால், ஒரே உறுப்பில் உள்ள பல பசுங்கணிகங்கள் ஒரே மாதிரியாக உள்ளன.

பசும்பாசிகளின் செல்களில் ஒவ்வோர் இனத்திலும் குறிப்பிட்ட உருவ அமைப்புடன் கூடிய பசுங்கணிகங்கள் காணப்படுகின்றன. இவை கோப்பை வடிவமாகவோ, வால்வோகேலிஸ் (volvocales) குட்டையாக வளர்ந்தோ, யூலோத்ரிக்ஸ் (ulothrix) வட்டச்சிறு தட்டுகளைப்போன்றோ, கிளாடோஃபோரா, ஊடகோனியம் (cladophora, oedogoniam) தட்டையான வளைந்த வடிவத்துடனோ ஸ்பைரோகைரா (spirogyra) விண்மீன் வடிவமாகவோ (ஸைக்னிமா-zygnema) காணப்படும்.

உயர்தாவரங்களில் உள்ள பசுங்கணிகங்களின் சராசரி விட்ட அளவு 4 முதல் 6 மைக்ரான்களாக இருக்கும். இவை ஒவ்வொரு செல் வகையிலும், நிலைமாறுவதாகக் காணப்படும். இனப்பெருக்கு செல்களில் இவற்றின் அளவு மாறுபடும். பலமய செல்களில் (polyploid cells) இவை பெரிதாகக் காணப்படும். நிழலில் வளரும் தாவரங்களில் உள்ள பசுங்கணிகங்கள் பெரியவையாக இருக்கும்.

பசுங்கணிகங்கள் சில சமயம் செல் சுவரை ஒட்டி அமைக்கப்பட்டிருக்கும்; அல்லது நியூக்ளியஸைச் சுற்றி அமைந்திருக்கும். ஆனால், பொதுவாக இவை சைட்டோபிளாசத்தின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் வியாபித்திருக்கும். இவற்றின் வியாபகம் ஒளிச்செறிவினைப் பொறுத்து அமைந்திருக்கும். உதாரணமாக, ஆமணக்குச் செடியில் (ricinus communis) ஒரு சதுர மில்லிமீட்டர் பரப்பில் 4 இலட்சம் பசுங்கணிகங்கள் உள்ளன என்று கணக்கெடுக்கப்பட்டுள்ளது.

இலைகளின் வளர்ச்சியின்போது பசுங்கணிகங்கள் பகுப்பினால் எண்ணிக்கையில் அதிகரிக்கின்றன. பசுங்கணிகம் நீண்டு, அதன் மையத்தில் சுருக்கம் (constriction) ஏற்பட்டு இரண்டு பசுங்கணி

கங்களாகின்றன. 8 நாள்களில் ஒரு பசுங்கணிகம் பகுப்படைந்து இரு பசுங்கணிகங்களாகின்றன.

ஐரிஸ் (Iris) போன்ற தாவரங்களின் புறத்தோல் செல்களில் (epidermal cells) உள்ள பசுங்கணிகங்கள் சைட்டோபிளாசச் சுற்றோட்டத்தினால் உருவத்தினின்றும் மாறுகின்றன என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இத்தகைய உயிர்ப்பற்ற இயக்கத்துடன் (passive motility) அமீபா போன்ற அல்லது சுருங்கி விரியும் உயிர்ப் புள்ள (active) இயக்கங்களையும் பசுங்கணிகத்தில் காணலாம்.

மற்றக் கணிகங்களிலிருந்தும் மைட்டோகோண்டிரியாக்களிலிருந் தும் பசுங்கணிகங்களை அவற்றின் சாயங்கள் ஏற்கும் தன்மையிலி ருந்தும், சவ்வூடுபரவல் எதிர்ப்பு ஆற்றலிலிருந்தும் அறிந்து கொள்ளலாம்.

பசுங்கணிகங்கள் ஆற்றலைக் குறைக்கும் காரணியாக உள்ளன. இருளிலும் இவை சில்வர் நைட்ரேட்டைக் (silver nitrate) குறைக் கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன.

பசுங்கணிகங்கள் சைட்டோபிளாசத்தைவிட அடர்த்தி (density) அதிகமுடையவை. பசுங்கணிகங்களை வாலை வடிநீரில் (distilled water) போட்டவுடன், அவை உருவத்தில் பெரிதாகி, நுண் மணிகளைப் போலத் தோற்றம் அளிக்கின்றன. பசுங்கணிகத்தின் சவ்வூடு பரவல் பண்புகள் அவற்றில் அமைந்த சவ்வுகளைப் பொறுத்தது.

வேதிச் சேர்க்கை (Chemical Composition) : பசுங்கணிகத்தில் உள்ள வேதிப்பொருள்கள் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளன.

புரதம்	-	35-55 (உலர் எடையில்)
லிபிடுகள்	-	20-30
கார்போ ஹைட்ரேட்டுகள்	-	மாறுபடும்
பச்சயம்	-	9
கரோடினாய்டுகள்	-	4.5
RNA	-	2-3
DNA	-	·5 ?

பசுங்கணிகத்தில் உள்ள 80 சதவீதம் புரதம் கரையாதது. இவை லிபிடுகளுடன் இணைக்கப்பட்டு லிபிடுப்புரதங்களாக (lipo-proteins) உள்ளன. பெரும்பாலானவை அமைப்பியலான புரதங்கள் (structural proteins). இவற்றில் முக்கியமான பகுதி பசுங்கணிக நொதிகளாக உள்ளன. லிபிடுப்பகுதிகளில் கொழுப்பு, ஸ்டீராயிடுகள் (steroids), மெழுகு, பாஸ்போலிபிடுகள் (phospholipids) முதலியவை காணப்படுகின்றன.

பச்சயம் சமச்சீரற்ற மூலக்கூறுகளாகக் காணப்படுகிறது. இதற்கு நீர்விரும்பித் தலைப்பாகம் (hydrophilic need) ஒன்று உள்ளது. இது நான்கு பிர்ரால் வளையங்களினால் (pyrrol rings) ஆகியது. இவை மையத்தில் உள்ள மக்னீஷிய அணுவைச் சுற்றி அமைந்துள்ளது. இத் தலைப்பகுதியுடன் நீர்விரும்பாத (hydropholic) ஃபைடால் சங்கிலி (phytol chain) இணைக்கப்பட்டிருக்கும். விலங்குகளில் உள்ள ஹீமோகுளோபின் சைடோகுரோம் போலப் பச்சயமும் ஒரு பார்ஃபிரின் (porphyrin) ஆகும்.

பச்சயத்துடன் மற்றக் கரோடினாய்டு நிறமிகளும் கலந்துள்ளன. இலையுதிர் காலத்தில் இலைகளில் பச்சயம் குறையும்போது, கரோடினாய்டுகள் அளவில் அதிகமாகின்றன. இவற்றில் கரோடீன்களும் (carotenes), ஸான்தோஃபில்களும் (xanthophylls) உள்ளன. இவை வைட்டமின் A-யுடன் தொடர்புடையவை.

பசுங்கணிகத்தில் RNA 3 முதல் 4 சதவீதம் உள்ளது. இதில் DNA இருப்பதாகச் சொல்லப்படுவது நியூக்ளியஸ் கலப்பினால் ஏற்பட்டிருக்கலாம். கிளாமிடோமோனஸ் (chlamydomonas) என்னும் பசும்பாசியின் பசுங்கணிகத்தில் DNA இருப்பதாக எச். ரிஸ் (H. Riss), டபிள்யூ. பிளாட் (W. Plaut, 1962) என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். இவை DNA நொதியுடன் சேர்ந்தபொழுது மறைந்து விடுகின்றன. பசுங்கணிகத்துடன் DNA இருப்பது குரோமோசோம் அல்லாத மரபியல் அமைப்பிற்கு (non-chromo-somal genetic system) வழி வகுக்கிறது என்று எம். எம். ரோடிஸ் (M. M. Rhodes, 1955) கூறுகிறார்.

பசுங்கணிகத்தில் K, E வைட்டமின்களும், இரும்பு, செம்பு, மாங்கனீஸ், துத்தநாகக் கனிம அணுக்களும் காணப்படுகின்றன. இவற்றைத் தவிரப் பல விதமான நொதிகளும் உள்ளன.

பசுங்கணிகத்தின் எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி அமைப்பு: பசுங்கணிகம் பல விதமான பொருள்களினால் ஆக்கப்பட்டது. அதில் பல சிறிய கிரானா (grana) என்ற நுண்மணிகள் உள்ளன.

இவை ஸ்ட்ரோமா (stroma) என்ற பகுதியில் பதிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு கிரானாவும் 0·3 முதல் 1·7 மைக்ரான்கள்வரை செல்களுக்குத் தகுந்தவாறு மாறுதல்களுடன் உள்ளன. இவை வட்டச் சிறு தட்டுகளைப் போல் உள்ளன.

பல்வேறு செயல்முறை ஆய்வுகளின்மூலம் ஆய்ந்ததில் பச்சயம் கணிகங்களில் ஒற்றை மூலக்கூறு அடுக்குகளில் (mono molecular layers) அமைக்கப்பட்டுள்ளது என்பது தெரிய வருகிறது. பசுங்கணிகப் பரப்பிற்குச் செங்கோணத்தில் கிரீடுகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியினால் ஆய்ந்தபொழுது பசுங்கணிகம் இரட்டைச் சவ்வுகளுடையது என்று அறிகிறோம். இதற்கு உள்ளே உள்ள அமைப்புத் தாவரங்களுக்குத் தாவரம் வேறுபடுகிறது. அடிப்படை அமைப்பில் மெல்லிய சவ்வுகளினால் ஆக்கப்பட்டது. பசும்பாசிகளில் தொடர்ச்சியான வட்டச் சிறு தட்டுகளைப் போன்று கிரானா இல்லாமல் உள்ளன. உயர்தாவரங்களில் கிரானாக்கள் பல சிறு குழாய்களுடனோ, சவ்வுகளுடனோ இணைந்திருக்கும். சில பசும்பாசிகளில் அடுக்குகளற்ற அமைப்போடு கூடிய மாவு தயாரிக்கும் பைரினாய்டு (pyrenoid) காணப்படும். சில பசும்பாசிகளில் கரோட்டினாய்டு நிறமிகளோடு கூடிய கண் புள்ளியும் காணப்படும் என்று சேகர் என்பவரும், பாலாட் என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர்.

சில பாசிகளில் தனிப்பசுங்கணிகம் இயல்பாக உள்ள இரட்டைச்சவ்வுகளுடன் மற்றும் இரண்டு சவ்வுகளையும் பெற்றுள்ளது. இவ்விரு சவ்வுகளும் நியூக்ளியார் உறையைப் பொறுத்து அமைந்துள்ளன. இந்தத் தொடர்பினால் நியூக்ளியஸிற்கும் கணிகத்திற்கும் செயல் எதிர்ச்செயல்கள் உண்டென்று எஸ். பி. கிப்ஸ் (S. P. Gibbs, *1962*) என்பவர் கருதுகிறார்.

ஸ்பைனாஷ் செடியில் ஒவ்வொரு பசுங்கணிகத்திலும் 40 முதல் 60 கிரானாக்கள் உள்ளன ; ஒவ்வொரு கிரானாவும் 0·6 மைக்ரான் விட்டமுடையது. கிரானா ஒவ்வொன்றும் உருளை வடிவமானது இந்து இரட்டைச் சவ்வுப்பைகள் அடுக்கப்பெற்று உண்டாயிற்று. சில பசுங்கணிகங்களில் இப் பைகள் கிரானா இடைப்பட்ட அடுக்குகளினால் (intergrana lamella) இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

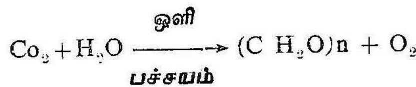
எஸ். பி. கிப்ஸ் (*1960*), டீ. ஈ. வியெர் (T.E. Wier), டபுள்யூ. டபுள்யூ. தாம்ப்சன் (W. W. Thompson, *1962*), டி. ஈ. வியெர், ஸி. ஆர். ஸ்டாக்கிங் (C. R. Stocking), டபுள்யூ. டபுள்யூ. தாம்ப்சன் (*1963*),

ஆகியவர்களுடைய ஆராய்ச்சிகளினால் பசுங்கணிகம் கீழ்க்காணும் அமைப்பு உடையது எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது;

கிரானுக்கள் என்பவை ஒன்றின்மேல் ஒன்று அடுக்கப்பட்ட மூடிய அறைகளுடையவை. கிரானுக்களின் எண்ணிக்கை 50-ம், அதற்கு மேலும் இருக்கலாம். சில கணிகங்களில் கணிகத்தின் நீளத்திற்குக் கிரானுக்கள் உருளைபோல் நீண்டிருக்கும். அருகருகே உள்ள கிரானுக்கள், இணைந்துள்ள சிறு குழாய்களின்மூலம் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவை சில அறைகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்; ஆனால், எல்லா அறைகளுடனும் இணைக்கப்பட்டிரா. தொடர்ச்சியான அறைகள் பொதுவான தடுப்புச் சுவரைப் பெற்றிருக்கின்றன. சில சமயங்களில் கிரானுக்கள் தம் அளவிலிருந்து பெரிதாகின்றன.

பசுங்கணிகத்தின் வேலைகள் (Functions of Chloroplasts) 1. ஒளிச்சேர்க்கை: ஒளிச்சேர்க்கை என்பது உயிரினங்களில் காணப்படும் வேலைகளில் ஆதாரமான, அடிப்படையான செயலாகும். சூரிய ஒளியிலிருந்து ஃபோடான்களாக (photons) வெளியான ஆற்றலைப் பசுங்கணிகங்கள் பிடித்து, அவற்றை வேதி ஆற்றலாக மாற்றுகின்றன. இது வேதி இணைப்பாக உணவுப்பொருள்களில் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றது. மைட்டோகோண்டிரியாக்கள் ஆக்சிகரேடிவ் பாஸ்ஃபாரிலேஷன்மூலம் ஆற்றலை மாற்றுகிறது. மைட்டாகோண்டிரியாக்களுக்கும், பசுங்கணிகங்களுக்கும் பல அமைப்பு, செயல் ஒற்றுமைகளும், வேற்றுமைகளும் உள்ளன.

ஒளிச்சேர்க்கையில் ஏற்படும் மொத்த மாறுபாடுகள்


$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{பச்சயம்}]{\text{ஒளி}} (CH_2O)n + O_2$$

ஒளிச்சேர்க்கையின்போது கார்பன்டையாக்ஸைடும் நீரும் சேர்ந்து கார்போஹைட்ரேட்டுகள் உண்டாகி, ஆக்ஸிஜன் வெளியாகிறது.

ஒவ்வொரு 200 ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறை, ஒரு கார்பன்டை ஆக்ஸைடு மூலக்கூறு வளி மண்டலத்திலிருந்து தாவரத்தில் சேர்க்கப்படுகிறது. வளி மண்டலத்தில் உள்ள ஆக்ஸிஜன் முழுவதும் 2000 ஆண்டுகளுக்கொரு முறை தாவரங்களினால் மாற்றப்படுகின்றன. தாவரங்களின்றி வளி மண்டலத்தில் ஆக்ஸிஜன் கிடையாது. அதனால் ;தாவரங்களின்றி உயிரினங்கள் உயிர் வாழ்வது சாத்தியமில்லை.

ஒளிச்சேர்க்கையின்போது முதலில் ஏற்படும் பொருள் கரையக் கூடிய சர்க்கரையாக இருக்கும்; பின்னர்ப் பல மாறுபாடுகளுக்குப் பிறகு, மாவு மணிகளாக மாறிச் சேமிப்புப் பொருளாகச் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது; அல்லது தாவரத்தில் செல்லுலோஸ் (cellulose) போன்ற அமைப்புப் பகுதியாக (structural part) மாறுகிறது.

ஒளிச்சேர்க்கையின்போது ஏற்படும் வேதி மாறுபாடுகள் அனைத்தையும், அவற்றிற்குப் பயன்படும் நொதிகளையும் 'செயலியல்' என்னும் பகுதியில் விளக்கமாகக் கூறப்பட்டுள்ளன.

பசுங்கணிக அமைப்பிற்கும் வேலைக்கும் உள்ள தொடர்பு (Correlation between Structure and Function in Chloroplasts): மைட்டோகோண்டிரியாவைப் போல, பசுங்கணிகத்தின் அமைப்பையும் வேலையையும் மூலக்கூற்று மட்டத்தில் இணைத்து ஒப்பிடலாம்.

தனியான பசுங்கணிகத்தின் ஒளி, இருள்செயல்கள் செய்வதற்கு வேண்டிய உயிரி வேதியியல் இயந்திரமுறை (bio-chemical machinery) உள்ளதென டி. ஐ. ஆர்னன் (D. I. Arnon), எம்.பி. ஆலென் (M. B. Allen), எஃப். ஆர். வாட்லி (F. R. Whatley), ஜே. பி. கேபிண்டேல் (J. B. Capindale), எல். எல். ரோசென்பர்க் (L. L. Rosenberg, 1956) என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள்.

இருள் செயலில் ஈடுபடும் நொதிகள் நீரில் கரையக் கூடியவை. தனித்துப் பிரித்தல்மூலம் (fraction action) பசுங்கணிகத்தில் இரு மாறுபாட்டு அமைப்புகளையும் தனித்தனியாகப் பிரிக்கலாம் என்று ஏ. வி. டிரெப்ஸ்ட் (A. V. Trebst), எச். ஒய். சூஜிமோடோ (H. Y. Tsujimoto), டி. ஐ. ஆர்னன், 1958) கருதினார்கள்.

பசுங்கணிகத்திலிருந்து பிரித்தெடுத்த பச்சைப்படிவு ஒளிச் செயலினை ஆற்றுகிறது. சூபர்னடன்ட் (supernatant) இருள்செயல் புரிவதற்கேற்ற நொதிகளைப் பெற்றுள்ளன. எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் ஆராய்ந்தபொழுது பசும்படிவப் பகுதியில் கிரானா உண்டாக்கும் பசுங்கணிகத்தில் அடுக்கு அமைப்புக் காணப்படுகிறது. இவ்விதமான அடுக்கு அமைப்பின் வெளிப்பரப்பில் சவ்வூடு விருப்பும் (osnophilic) இரு அடுக்குகள் உள்ளன. பச்சயம் அடுக்கு அமைப்பில் ஒரே மாதிரியாக விரவியுள்ளதென ஆர். பி. பார்க் (R. B. Park) என்பவரும், என். ஜி. பொன் (N. G. Pon, 1961) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர். இவ்வடுக்குகளின் சிறு துண்டுகள் ஒளிச்செயலைச் செய்கின்றன. ஆனால், ஸ்ட்ரோமா புரதங்களுடைய சூபர்னடன்ட் இருந்தால்தான் கார்பன்டையாக்ஸைட் நிலைக்க வைக்கப்படுகிறது. இப் பகுதியில் மட்டுமே கார்பாக்ஸிடிஸ்முடேஸ்

(carboxydismutase) என்ற நொதியும், கார்பன் வட்டத்திற்கு (carbon cycle) வேண்டிய மற்ற நொதிகளும் உள்ளன.

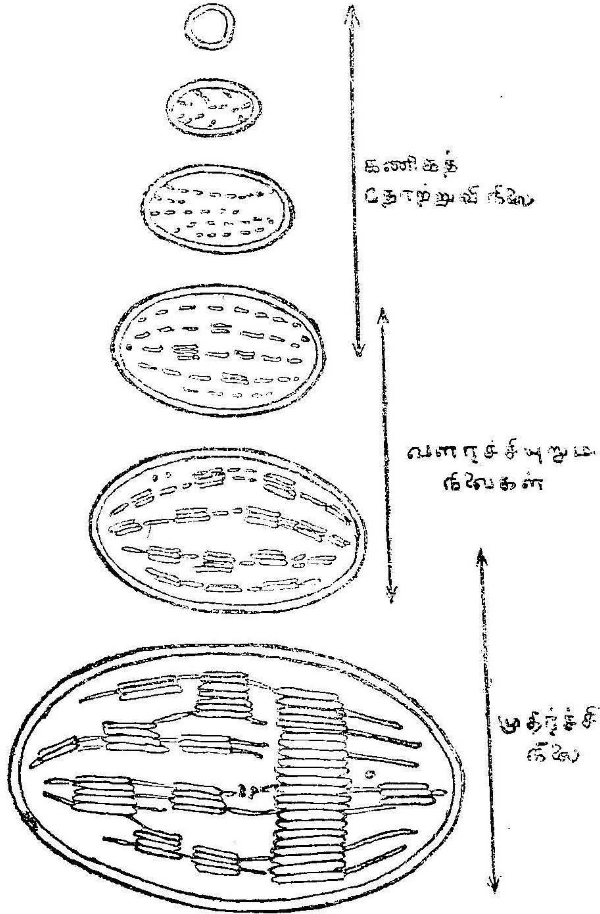
குவான்டசோம் கருத்து (Quantasome Concept) : மேலே கூறிய இரு அடுக்குகளின் உள்பரப்பில் பல சிறிய அடுக்கமைப்புகள், நுண் மணிகள் அமைப்பு முறையில் உள்ளன. இதில் 200×100 ஆ. அளவுகள் ஒரே மாதிரியான ஆப்லேட் ஸ்ஃபிராய்டுகள் (oblate spheroids) உள்ளன. இவற்றிற்குக் குவான்டசோம்கள் என்பது பெயர்.

500×100 ஆ. அளவுள்ள வட்டச் சிறு தட்டில் 6 குவான்ட சோம்கள் இணைந்துள்ளன. இவை ஒளிச்செயலைச் செய்து, கார்பன்டையாக்ஸைடை நிலைக்கச் செய்கின்றன. எனவே, குவான்டசோம்கள் என்பவைதான் ஒளி வேதிச்செயல் புரியும் மிகச் சிறிய துகள்கள் ஆகும். ஒவ்வொரு குவான்டசோமிலும் 200 பச்சய மூலக்கூறுகளுடன் உள்ளன. அவற்றுள் 10 பச்சய மூலக்கூறுகளே குவான்டம் ஆற்றலைப் பிடித்து வைக்கும் ஆற்றல் பெற்றவை. ஒவ்வொரு குவான்டசோமுடனும் ஒரு மூலக்கூறு சைடோகுரோமும், ஒன்றோ அதற்கு அதிகமான ஏற்பான் மூலக் கூறுகளும் (acceptor molecules) உள்ளன. எலெக்ட்ரான் மாற்றக் கூடிய ஆற்றல் பெற்ற குவான்டசோமின் பகுதிக்குக் குவான்டட் ரோப் (quantatrope) என்று எம். கால்வின், கே. சாயெர் (K. Sauer, 1962) என்பவர்கள் பெயரிட்டார்கள்.

மேற்கண்ட தகவல்களிலிருந்து பசுங்கணிகம் என்பது மிகவும் சிக்கலான அமைப்புப் பெற்ற, மூலக்கூற்று மட்டத்தில் ஆற்றல் மாற்றம் உண்டாக்கக்கூடிய, உயிரி வேதியியல் இயந்திரம் (biochemical 'machine') என்று கூறப்படுகிறது.

பசுங்கணிகத்தின் தோற்றம் (Origin of Chloroplast) : பசுங் கணிகங்கள் புரோபிளாஸ்டிட்களிலிருந்து (proplastids) தோன்று கின்றன. இவற்றில் இரட்டைச் சவ்வுகள் உள்ளன. ஒளி இருக் கும்போது உள்சவ்வு வளர்ந்து பல வெஸிகிள்கள் (vesicles) போன்ற வளரிகளைக் கொடுக்கின்றன. இவை இணைக்கப்பட்டுப் பெரிய வட்டச் சிறு தட்டுகள் (discs) ஆகின்றன. கிரானப் பகுதியில் நெருங்கி அமைந்த பை அடுக்குகள் (closely packed lamellar sacs) உண்டாக்கப்படுகின்றன. முதிர்ந்த பசுங்கணிகங்களில் கிரானவின் சிறு அறைகள், சிறிய குழாய்கள் அல்லது இன்டர்கிரானச் சவ்வு களினால் (intergrana membranes) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ் வளர்ச்சி ஒளியில்லாததனால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகிறது. தாவ ரங்கள் குறைந்த ஒளிச்செறிவில் வளர்க்கப்பட்டால், புரோபிளாஸ்

டிட்டில் உண்டான வெஸிக்ள்கள் ஒன்றுசேர்ந்து ஒன்று அல்லது பல புரோலேமெல்லார் பொருள்களாக (prolamellar bodies) ஆகின்றன.



படம் 44. கணிகத் தோற்றுவியிலிருந்து பசுங்கணிகம் உண்டாகும் விதம்

சில சமயங்களில் வெஸிக்ள்கள் அதனுடன் ஒழுங்காக இணைக்கப்பட்ட சிறு குழாய்களோடு சேர்ந்து, ஒரு படிக வடிவமைப்பினைப் (crystalline pattern) பெறுகின்றன என்று ஆர். வில்செனுஷ்

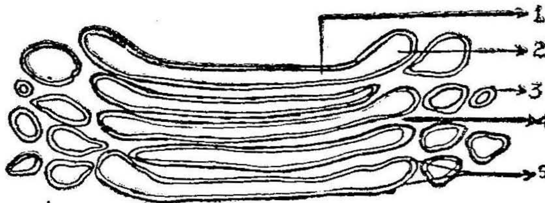
(R. Wilsenach, *1963*) என்பவரும், டி. வான்வெட்ஸ்டீன் (D. Von Wettstein, *1959*) என்பவரும் கருதுகிறார்கள்.

பசுங்கணிகத்தின் அடுக்கு அமைப்பையும் (lamellar structure), அதன் மூலக்கூறு அமைப்பு முறையினையும், பசுங்கணிகத்தின் முழு வளர்ச்சியையும் பல ஜீன்கள் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்று எஸ். கிரானிக் (S. Granick, *1961*) என்பவர் கூறுகிறார். இக் கருத்தை ஜே. பிராஷேயும், ஏ. ஈ. மிர்ஸ்கியும் ஆதரித்தனர்.

(9) கால்கிக் கூட்டு (Colgi Complex)

சைடோபிளாசத்தில் காணும் காலகி அமைப்பினை (Golgi Bodies) ஆந்தையின் நரம்பு செல்களில் முதன்முதலில் காலகி (Golgi) என்பவர் *1898*ஆம் ஆண்டில் கண்டார். இது வலை போன்ற அமைப்புடையது என்று பிளாட்னெர் (Plattner, *1885*), ஹெர்மேன் (Hermann, *1891*) என்பவர்கள் கூறினார்கள். இதை உள்வலைச் சாதனம் (internal reticular apparatus) என்றும், நியூக்ளியஸிற்கு அருகில் உள்ளது என்றும், இதில் வலையமைப்போ, இழை கோல்களோ (rods) காணப்படும் என்றும் காலகி கூறுகிறார்.

ஏ. ஜே. டால்டன் (A. J. Dalton), எம். டி. ஃபெலிக்ஸ் (M. D. Felix, *1954*) என்பவர்கள் காலகி அமைப்பினை எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின்மூலம் ஆராய்ந்து, அதில் கீழ்க்காணும் பொருள்கள்



படம் 45. காலகி அமைப்பின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

1. ஸிஸ்டர்னா மாதிரியுள்ள இடைவெளி
2. பருத்த விளிம்பு பகுதி
3. வாக்குவோல்
4. சைடோபிளாசத்திலுடன் தொடர்புடைய இடைவெளி
5. இரட்டைச் சவ்வுகள்

இருப்பதாகக் கூறுகின்றனர். இதில் தட்டையான பை போன்ற (sac like) பொருள்கள் இணையாக (parallel) அடுக்கப்பட்டிருப்ப

தாகவும், அத்துடன் சிறிய வாக்குவோல்கள் அல்லது வெஸிக்ள்கள் போன்ற 3 பகுதிகள் இருப்பதாகவும் ஆராய்ந்து அறிந்தனர்.

வேதி இயல்பு : முற்காலச் செயலியலறிஞர்கள் கால்கித் தொகுதியில் லிபிடும் புரதமும் இருப்பதாகக் கருதினர்கள். டால்டனும் ஃபெலிக்ஸும் இவற்றில் லிபோ புரதங்கள் இருப்பதாகக் கருதினர்கள். டபுள்யூ. ஸி. ஷ்னீய்டர் (W. C. Schneider), ஈ. எல். கூஃப் (E. L. Kuff) கால்கித்தொகுதியில் RNA, பாஸ்போ லிபிட், பாஸ்படேஸ் நொதிச்செறிவுகள் இருப்பதாகக் கண்டனர். 1961ஆம் ஆண்டில் ஜே. எம். ஆலென் (J. M. Alen) என்பவரும், ஜே. ஜே. ஸ்லேடர் (J. J. Slater) என்பவரும் இவற்றில் தையமின் பைரோ பாஸ்படேஸ் (thyamine pyro phosphatase) என்னும் நொதி இருப்பதாகக் கண்டுபிடித்தனர். இவற்றுடன் அடினோஸைன் டிரைபாஸ்படேஸ் (adenosine triphosphatase), 5 நியூக்ளியோடைடேஸ் (5 nucleotidase) போன்ற நொதிகளும் உள்ளன. கால்கித்தொகுதியில் மாறுதல்கள் நிகழ்ந்த வண்ணம் இருப்பதால், இதன் வேதிச்சேர்க்கையும் மாறிக்கொண்டே இருக்கிறது.

கால்கித்தொகுதியின் வேலைகள்: 1. கால்கித்தொகுதி லிபிடுகளைச் சேமித்து வைக்கப் பயன்படுகின்றன என்று எல். கிரெல் (L. Krehl, *1890*, பீ. வீனெர் (P. Wiener, *1926*), எஸ். எல். பாலே (S. L. Palay), எல். ஜே. கார்லின் (L. J. Karlin, *1956*) முதலியவர்கள் கருதினர்கள்.

2. லிபிடுகள் உண்டாவதற்கும் கால்கிக் கூட்டிற்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உண்டு என்று பாலே கருதினர்.

3. கால்கித்தொகுதி செல்லில் பொருள்களைச் சுரப்பதற்கும் (secretion), அவற்றைச் சேமிக்கவும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இவற்றின் சுரக்கும் தன்மையை நாஸ்ஸனேவ் (Nassanav) என்பவரும், போவென் (Boven) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர்.

மைடோகோண்டிரியாவிலிருந்து சிறு மணிகள் போன்ற பொருள்கள் சைடோபிளாசம் வழியாகக் கால்கித் தொகுதிக்குச் செல்லுவதை ஜி. ஸி. ஹிஷ் (G. C. Hisch) கண்டார். கால்கிக் குழையில் (lumen) இச் சிறு மணிகள் ஒன்று சேர்ந்து பெரிய மணிகளாகி, சைடோபிளாச எண்டோபிளாச வலையின்மூலம் செல்லிற்கு வெளியே மாற்றப்படுகின்றன.

மைடோகோண்டிரியா, நியூக்ளியஸ், நியூக்ளியோலஸ் ஆகியவற்றிற்கிடையே பொருள்களைப் பரிமாற்றம் செய்யக் கால்கித்

தொகுதிகள் பயன்படுகின்றன என்று எச். பி. திவாரி என்பவரும், ஸ. எச். போர்ன் என்பவரும் (1962) கண்டுபிடித்தனர்

விந்து செல்களிலும் (sperm cells), கன்ட்ராக்டைல் வாக்கு வோல்களிலும் (contractile vacuoles) கால்கித்தொகுதிகள் அமைந்திருப்பது இவற்றின் சுரப்புத் தன்மையைக் காட்டுகிறது.

(10) சென்ட்ரோசோம் (Centrosome)

சென்ட்ரோசோமின் அமைப்பு : பரிணாமமட்டத்தின் கீழ் நிலையில் உள்ள தாவரங்களிலும், விலங்குகளின் செல்கள் யாவற்றிலும் சென்ட்ரோசோம் அல்லது செல் மையம் (cell centre) காணப் படுகிறது. இன்னும் பூக்கும் தாவரங்களில் சென்ட்ரோசோம்களை எவரும் காணவில்லை.

செல்களில் சென்ட்ரோசோம்கள் இருப்பதைப் பொவேரி (Boveri), வான் பெனிடன் (Van Beneden), வில்சன் (Wilson) முதலியவர்கள் விவரித்தார்கள். சென்ட்ரோசோம்களில் நன்றாகச் சாயம் ஏற்கக்கூடிய சென்ட்ரியோல்கள் (centrioles) எனப்படும் இரு நுண்மணிகளும், இவற்றைச் சுற்றிலும் குறைவாகச் சாயம் ஏற்கக்கூடிய சென்ட்ரோஸ்ஃபியர் (centrosphere) என்ற பகுதியும் உள்ளன. அசையிழைகளின் (cilia) தளப் பொருளுடன் (basal bodies) சென்ட்ரியோல்கள் இருப்பதாக ஹென்னிகுய் (Henneguy, 1897) கண்டுபிடித்தார்.

எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின்மூலம் சென்ட்ரோசோமின் அமைப்பினை அமானோ (Amano), டி ஹார்வென் (De Harven), பெர்ன்ஹார்ட் (Bernhard) முதலியவர்கள் ஆராய்ந்து. அதன் அமைப்பினை விளக்கினார்கள்.

சென்ட்ரியோலில் 3000 முதல் 5000 ஆ. நீளமானதும், 1200 முதல் 1500 ஆ. விட்டமுடைய உருளை வடிவமான பொருள்கள் இருக்கின்றன என்றும், அவை ஒருபுறம் மட்டும் திறந்திருக்கும்; அல்லது இருபுறங்களும் திறந்திருக்கும் என்றும் கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. இரண்டு சென்ட்ரியோல்களுக்கு இரண்டு உருளை வடிவமான பகுதிகள், அவற்றின் செங்கோணத்தில் அமைந் திருக்கும். தாய் சென்ட்ரியோலில் இருந்து சேய் சென்ட் ரியோல் (daughter centriole) செங்கோணத்தில் தோன்றும்.

ஒவ்வோர் உருளை வடிவமான பொருளிலும் 9 நீள்வடிவ இழைகளும், அவற்றைச் சுற்றிலும் சுவர்களும் காணப்படும். சென்ட்ரியோலில் காணப்படும் கூட்டமான பொருள்களுக்குப்

'பெரிசென்ட்ரியோல் அமைப்புகள்' (pericentriole structures) அல்லது 'துணைக்கோளங்கள்' (satellites) என்று பெயர். இத்தகைய 'துணைக்கோளங்கள்' சென்ட்ரியோல் சுவர்களில் கூட்டமாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

சென்ட்ரோசோமின் வேலைகள்: செல் பகுப்பின் முதல் நிலைகளின்போது, இவை சுறுசுறுப்பாக இருந்து பல மாறுதல்களை அடைகின்றன. சென்ட்ரோசோமில் உள்ள ஒரு சென்ட்ரியோல் நியூக்ளியஸின் விளிம்பைச் சுற்றி நகருகிறது; மற்றொரு சென்ட்ரியோல் அசையாமல் நிற்கிறது. இரு சென்ட்ரியோல்களுக்கும் இடையே ஸ்பிண்டில் இழைகள் (spindle fibres) தோன்றி, இரண்டையும் பிரிக்கின்றன. நகரும் சென்ட்ரியோல் (migratory centriole) செல் பகுப்பின் முதல் நிலை (prophase) முடிவில் நகரா சென்ட்ரியோலின் (stationary centriole) எதிர்முனையில் காணப்படுகிறது. இரு சென்ட்ரியோல்களுக்கிடையே காணப்படும் நீண்ட ஸ்பிண்டில் இழைகளைத் தவிர, இரண்டு சென்ட்ரியோல்களிலும் குறுகிய ஸ்பிண்டில் இழைகளும் தோன்றுகின்றன. இவற்றிற்கு மையம் விலகும் ஆர இழைகள் (radiating fibres) என்ற பெயரும், ஆஸ்ட்ரல் இழைகள் (astral fibres) என்ற பெயரும் உண்டு.

ஆஸ்டிரல் இழைகள், ஸ்பிண்டில் இழைகள் ஆகியவற்றோடு கூடிய சென்ட்ரியோலை ஆஸ்ட்ரல் பாடி (astral body) என்று கூறப்படும். செல்பகுப்பின் மைய நிலையிலும் (metaphase), பிரிநிலையிலும் (anaphase) இவ்விதமான அமைப்பு மாறாமல் இருக்கின்றது. செல்பகுப்பின் இறுதி நிலையில் (telephase) ஒவ்வொரு சென்ட்ரியோலும் மற்றொரு புதிய சென்ட்ரியோலை உண்டாக்குகிறது. இதன் விளைவாகச் செல்பகுப்பு இறுதி நிலையின் கடைசியில், செல்களில் இரு சென்ட்ரியோல்கள் காணப்படுகின்றன. அடுத்த பகுப்பு வரை புதிய சென்ட்ரியோல் மற்ற சென்ட்ரியோலுடன் இணைந்து பின்வரும் பகுப்பிற்குச் செல்லினைத் தயார் செய்கிறதென்று கூறுகிறார்கள்.

சென்ட்ரியோலில் காணப்படும் ஸ்பிண்டில் இழைகள் மைய நிலை குரோமோசோம்களின் அமைவினை (orientation) நிர்ணயிக்கின்றன.

(11) லைசோசோம்கள் (Lysosomes)

லைசோசோம்கள் கண்டுபிடிப்பு: செல்களில் லைசோசோம்கள் இருப்பதை ஸி.டி. துவே (C. D. Duve) என்பவர் 1955ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார். எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் லைசோசோம்களை

முதன்முதலில் எச். பியூஃபே (H. Beaufay), ஏ. பி. நோவிகாஃப் (A. B Novikoff) என்பவர்கள் ஆராய்ந்தார்கள். இவர்கள் லைசோசோம்களில் உருண்டையான சிறு பொருள்கள் கூட்டமாக இருப்பதைக் கண்டார்கள். இவை வேரின் ஆக்குத்திசுக்களில் ஒழுங்கற்ற வடிவத்துடன் காணப்படுகின்றன. இக் கூட்டமான துகள்கள் ஒவ்வொன்றும் ·25 மைக்ரான் முதல் ·50 மைக்ரான் வரை விட்டமுடையது. இதில் உள்ள மிகப் பெரிய துகள்கள் 5 மைக்ரான் அளவுடையவை. இவற்றைச் சுற்றிலும் ஒற்றையான லிபோ புரதச் சவ்வுகளும் (lipo protein membranes) உள்ளன. இத்தகைய கூட்டமான பொருள்களில் லைசோசோம்கள் உள்ளன. இவை பலவிதமான உருவங்களில் காணப்படுகின்றன. இதற்குப் பல்லுருத் தோற்றம் என்று பெயர். இவற்றின் செரிக்கும் பண்பு களினால் இவை பலவிதமான உருவங்களில் தோன்றுகின்றன என்று சொல்லப்படுகின்றது.

லைசோசோம்கள் தோற்றம் : லைசோசோம்களின் தோற்றத்தைப்பற்றிப் பலவிதமான கருத்துகள் கூறப்படுகின்றன. அவை பின் வருமாறு :

1. லைசோசோம்கள் வாக்குவோல்களாகத் தோன்றி, அதில் உள்ள பொருள்களைச் செரிக்கின்றன.

2. லைசோசோம்கள் கால்கித்தொகுதியிலிருந்து தோன்றுகின்றன என்று நோவிகோஃப் கருதுகிறார்.

3. லைசோசோம்கள் செல்லின் வெளியேயுள்ள பினோஸைடிக் வாக்குவோல்களிலிருந்து (pinocytic vacuoles) உண்டாகின்றன.

வேதியியல்பு : லைசோசோம்களில் இரு வகையான வேதிப் பொருள்கள் உள்ளன. முதல் வகையில் பாஸ்படேஸ் அமிலம் (acid phosphatase), ரிபோநியூக்ளியேஸ் (ribonuclease), பீட்டா குளுகோரினிடேஸ் (beta glucorinidase) முதலான நொதிகளும், இரண்டாவது வகையில் யூரிகேஸ் (uricase), கட்டலேஸ் (catalase), டி அமினோ அமில ஆக்ஸிடேஸ் (de amino-acid oxidase) முதலிய நொதிகளும் உள்ளன.

'லைசோசோம்களில் இருவகையான பொருள்கள் உள்ளன. முதல் வகையில் உண்மையான லைசோசோம்களும், இரண்டாவது வகையில் மைக்ரோபாடீஸ் (microbodies) என்று அழைக்கப்படும் நுண்பொருள்களும் உள்ளன. இவை அடுக்குகளாகவுள்ள அல்லது படிக வடிவமுடைய (crytalline form) பொருள்களும் காணப்படும் என்று பியூஃபே கண்டுபிடித்தார்.

லைசோசோமின் வேலைகள் : முக்கியமான பல நொதிகளுடன் லைசோசோம்கள் செரிக்கும் வேலையைச் (digestive function) செய்கின்றன. இதில் பல வகைகள் உள்ளன. அவற்றைக் காண்போம்

1. ஆடோஃபாகி (Autophagy) : செல்களில் உள்ள லைசோசோம்களில் செல்லின் உறுப்புகள் சிதைக்கப்படுகின்றன. இச்செயலின்போது செல் பொருள்கள் லைசோசோமுக்குள் நுழைந்து இறுதியாகச் செரிக்கப்பட்டுவிடுகின்றன. ஆடோஃபாகியினால் செல் பொருள்கள் சிதைக்கப்பட்டு ஆற்றலும், செல் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு வேண்டிய பொருள்களும் மீண்டும் உண்டாக்கப்படுகின்றன என்று டி. துவே, 1963 கண்டுபிடித்தார். ஆடோஃபாகி செல் வாக்குவோல்களுக்குள்ளேதான் நடைபெறுகிறது.

2. ஆடோலிஸிஸ் (Autolysis) : செல்லில் உள்ள லைசோசோம் சவ்வுகள் அறுந்து விட்டால், ஆடோலிஸிஸ் ஏற்படுகிறது. இதனால் லைசோசோம்களினுள் இருந்த நொதிகள் வெளிப்படுகின்றன. இதன் மூலம் உயிரினத்தின் உடலில் உள்ள இறந்த செல்கள் வெளியாக்கப்படுகின்றன ஆக்ஸிஜன் குறைந்து, செல்லில் நச்சுப் பொருள் வந்தடைந்து, செல் நோயிற்றிருந்தபொழுது செல்களில் ஆடோலிஸிஸ் நடைபெறும் என்று எச். பி. ஃபெல் (H. B. Fell) நிருபித்தார்.

3. செல்லின் உள்ளே நடைபெறும் செரிப்பு (Intracellular Digestion): செல் உள்ளே உள்ள பொருள்களுடன் பிளாஸ்மா சவ்வு ஒட்டிக்கொண்டு, அது வாக்குவோலினுள் சென்று சைடோபிளாசத்தினுள் உறிஞ்சப்படுகிறது. பின்பு வாக்குவோல் பிளாஸ்மா சவ்வினின்றும் பிரிந்து சைடோபிளாசத்தை அடைகிறது. உட்செல்லும் பொருள்களுடன் கூடிய வாக்குவோல்களுக்கு ஃபேகோசோம்கள் (phagosomes) என்று பெயர். இவை உண்டாகியவுடன் லைசோசோம்களை அணுகுகின்றன. இவை தொடர்பு கொள்ளும்போது, லைசோசோமில் உள்ள நொதிகள் ஃபேகோசோம்களுக்கு மாற்றப்படுகின்றன. ஸைகோசோம் சவ்வு (zygosome membrane) ஃபேகோசோமின் சவ்வுடன் இணைவதனால் ஒரு பெரிய வாக்குவோலும், அதனுள் வெளியிலிருந்து வந்த செரிக்கும் பொருள்களும் நொதிகளும் அடங்கியிருந்து செரித்து விடும். செரித்த பொருள் சைடோபிளாசத்தினுள் பரவும்; செரிக்காத பொருள் வாக்குவோலில் தங்கி விடும். இதற்கு மிஞ்சிய பொருள் (residual body) என்று பெயர்.

வித்து முட்டைக்குள் செல்ல லைசோசோம் நொதிகள் பயன்படுத்தப்பட்டுக் கருவுறுதல் நிகழ்கிறது.

(12) மைக்ரோசோம்கள் (Microsomes)

பாலாட் என்பவரும், ஸமெக்னிக் (zamecnik) என்பவரும் செண்ட்ரிஃபூஜ் (centrifuge) முறைப்படி மைக்ரோசோம்களை மற்ற செல் பகுதிகளிலிருந்து தனியாகப் பிரித்தெடுத்தனர். இவை புரதச் சேர்க்கையில் ஈடுபடுவதாக நம்பப்படுகிறது.

புரதங்கள் மிகப் பெரிய மூலக்கூறுகளினால் ஆகியவை. இவை 20 அமினோ அமிலங்கள் பலவாறாக இணைந்து உண்டாகின்றன. செல்களில் கதிரியக்க அமினோ அமிலங்களைச் செலுத்தி (radio-active amino acids), அவை எவ்வாறு புரதச்சேர்க்கையின்போது மாறுதலடைகின்றன என்று சோதனை செய்தபொழுது உண்டாகிய 1000 புரதங்களில் 2 புரதங்களில் கதிரியக்க அமினோ அமிலங்கள் காணப்பட்டன.

மேற்கூறிய புரதங்கள் அடங்கிய செல்களைச் செண்ட்ரிஃபூஜ் செய்தபொழுது மைக்ரோசோம் பகுதியில் உள்ள புரதங்களே கதிரியக்கமுடைய அமினோ அமிலங்களைப் பெற்றிருந்தன என்று காலிஃபோர்னியாத் தொழிலியற்கழகத்தைச் சேர்ந்த (Californian Institute of Technology) ஹென்றி பார்சூக் (Henry Barsook) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

மைக்ரோசோம் நுண்துகள் எண்டோபிளாஸ்மிக் கூலையில் ஒட்டிக்கொண்டுள்ளன. அவற்றில் பாதி புரதங்களும், மறுபாதி RNA-யும் உள்ளன. இவை புரதச் சேர்க்கையில் ஈடுபடுகின்றன என்று காஸ்பெர்ஸனும், பிரேஷேயும் 1941ஆம் ஆண்டிலேயே கூறியுள்ளார்கள். RNA மூலக்கூறு புரதமூலக்கூற்றை உண்டாக்க டெம்ப்ளேட் (template) ஆகச் செயல்படுகிறது.

இன்ஸுலினில் (insulin) குறிப்பிட்ட வரிசையான புரதங்கள் உள்ளதென எஃப். சாங்கெர் (F. Sanger) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். இதே மாதிரியாக ரிபோநியூளியேஸ் புரதங்களிலும், பாபைன் (papain) புரதங்களிலும் அமினோ அமிலங்கள் குறிப்பிட்ட ஒழுங்கான வரிசையில் அமைந்துள்ளன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இதே மாதிரியான ஒழுங்குவரிசை ஆக்ஸிடாஸின் (oxytocin), வாஸோ பிரெஸ்ஸின் (vasso pressin), ஹார்மோன்கள் போன்ற புரதங்களல்லாத சிறிய மூலக்கூறுகளினால் ஆகியவற்றிலும் காணப்படும்.

புரதத்தில் உள்ள அமினோ அமில வரிசைகளில் ஓர் அமினோ அமிலம் மாறினாலும் புரதத்தின் அமைப்பே மாறுபடும் என்று வி. எம். இன்கிராம் (V. M. Ingram) என்பவர் ஹீமோகுளோபின்

மூலக்கூற்றில் செய்த சோதனைகளிலிருந்து அறிந்தார். ஹீமோகுளோபினில் சுமார் 300 அமினோ அமில அலகுகள் உள்ளன. கதிர் அரிவாள் போன்ற செல்கள் உண்டாவதற்குக் காரணமான ஹீமோகுளோபின், இயல்பான ஹீமோகுளோபின் மூலக்கூற்றினின்றும் ஒரே ஓர் அமினோ அமிலம் மாறியதால் ஏற்படுகிறது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இதற்குச் சடுதி மாற்றம் பெற்ற ஒரு ஜீன் காரணம் என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

எண்டோபிளாஸிமிக் வலையில் அமைந்த மைக்ரோசோம்களில் அமினோ அமிலங்கள் இணைக்கப்படுகின்றன. செயல்திறனுடைய அமினோ அமிலங்கள் RNA-யில் ஓர் ஒழுங்குமுறையில் அடுக்கப்பெற்றுள்ளன அமினோ அமிலத்தின் கார்பானில் தொகுதி (carbonyl group-Co) RNA மூலக்கூற்றின் பாஸ்பேட் தொகுதியுடன் (Po4) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அமினோ அமிலச் சங்கிலியின் ஒரு முனையில் உள்ள கார்பானில் தொகுதி, பாஸ்பேட் தொகுதியிலிருந்து மாற்றப்பட்டு, அதற்கு அருகில் உள்ள அமினோ அமிலத்தில் அமினோ தொகுதியுடன் சேருகின்றது. இவ்விதமாக இந்த மாற்றம் பல அமினோ அமிலங்களிலும் நடைபெறுகின்றது. அமினோ அமிலங்களின் சங்கிலி முழுக்கூறு வளரும்போது RNA-யிலிருந்து பிரிகின்றன.

ஜிப்பெர் மாறுபாட்டிற்கு முன் (Zipper Reaction) RNA எவ்வாறு அமினோ அமிலங்களின் வரிசையை நிர்ணயிக்கின்றன? செல்லில் RNA, DNA என்ற நியூக்ளியக் அமிலங்கள் உள்ளன. வேதியியலின்படி இவை ஒரே மாதிரியானவை; அமைப்புமுறைப்படி இவை மாறுபட்டிருக்கும். மைக்ரோசோம்களில் RNA-யும் புரதமும் உள்ளதால், இவை புகையிலைப் பல்வண்ண நோய் வைரஸ்களை ஒத்துள்ளன.

புரதச் சேர்க்கையில் 3 நிலைகள்: 1. அமினோ அமிலங்கள் செயல்திறனுடையவையாகின்றன (activated) அமினோ அமிலங்கள் இணைவதற்கு ஆற்றல் வேண்டும். இதனால் இவை ஆற்றல் அமைந்த பாஸ்பேட் தொகுதியுடன் சேருகின்றன.

2. அமினோ அமிலங்கள் வரிசையாக்கப்பட்டு RNA-யுடன் சேர்க்கப்படுகின்றன. புரதம் அமினோ அமிலங்களினால் மட்டும் ஆகியதல்ல. அதனால் 2-ம், அதற்கு மேற்பட்டதுமான இரண்டாம் இணைப்புகளும் (secondary bonds) உள்ளன. அமினோ அமிலச் சங்கிலிகள் நலிந்த பிணைப்புகளினால் (weaker bonds) இணைக்கப்

பட்டிருந்தால், சுற்றியோ (coiled) மடிக்கப்பட்டோ (folded) காணப்படும்.

3. சிக்கலான அமைப்பு உண்டாக்கப்படுகிறது. இதில் ஒரு பகுதி எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையில் உள்ள மைக்ரோசோம்களில் நடைபெறுகிறது. அமினோ அமிலங்கள் செயல் திறனுடையவையாக ஆக்கப்படுவதற்கும், அமினோ அமிலச் சங்கிலி முடிவடைவதற்கும் இடைப்பட்டதான அமினோ அமில-RNA சேர்மம் (amino acid-RNA compound) இருக்கலாம் என்று நம்பப்படுகிறது.

மைக்ரோசோம்கள் புரதச் சேர்க்கையில் மட்டும் ஈடுபடுவதில்லை. எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையில் உள்ள சவ்வு கோலிஸ்டெரால் (cholesterol) சேர்க்கைக்கும் அவசியமானதென 'நான்ஸி புக்கெர்' (Nancy Bucker) என்பவர் கூறுகிறார். மைக்ரோசோம்கள் கோலிஸ்டெரால் உண்டாக்குவதில் நேரிடையாகப் பங்கெடுத்துக்கொள்ளுவதில்லை. ஆனால், சவ்வில் ஸ்டீராய்டு (steroid) ஹார்மோன்களும் மற்றவையும் ஆக்ஸீகரணம் செய்யப்படுகின்றன; அல்லது மாற்றப்படுகின்றன. எனவே, இனிவரும் ஆய்வுகளின்மூலம் மைக்ரோசோம்களின் வேலைகள் இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, அவற்றின் முக்கியத்துவம் அதிகமாகிக் கொண்டு போகலாம்.

(13) நியூக்ளியஸ் (Nucleus)

பொதுக் கருத்துகள்-முன்னுரை : செல்லின் நிலையான அமைப்பு நியூக்ளியஸ் என்று முதலில் வில்சன் (Wilson, 1925) என்பவரும், ஷார்ப் (Sharp, 1934) என்பவரும் கூறினார்கள். செல்லின் நியூக்ளியஸிற்கு அமைந்துள்ள மைய இடத்திலிருந்து அது முக்கியமான வேலையைச் செய்கிறது என்று பெர்னார்டு (Bernard, 1878) கருதினார். உயிரினங்களில் பெரும்பாலான செல்களில் நியூக்ளியஸ்கள் உள்ளன. நியூக்ளியஸ்கள் இல்லாத செல்கள் உயிர்ப்பற்ற வேலைகளைச் (passive functions) செய்கின்றன. உதாரணமாக சிவப்பு இரத்த அணுக்கள் நியூக்ளியஸ் இழந்தவுடன் ஹீமோகுளோபின் தயாரிப்பதை நிறுத்திவிட்டு, பெயர்ச்சிக்கு (transport) மட்டும் பயன்படுகின்றன. நியூக்ளியஸ் இல்லாத செல்கள் வளருவதில்லை.

பொதுவாக, ஒரு செல்லிற்கு ஒரு நியூக்ளியஸ் உண்டு. கிளேடோபோரா போன்ற பாசிகளில் ஒரே செல்லில் பல நியூக்ளியஸ்கள் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய செல் ஸீனோஸைட் (coenocyte) என்று அழைக்கப்படும். விலங்குகளில், சில முன்னுயிரிகளில் (protozoans), 360 செல்லில் பல நியூக்ளியஸ்கள் உள்ளன

இதற்குச் சின்சைடியா (syncytia) என்று பெயர். பல் வகையான செல்களில் பல் வகையான உருவங்களுடன் நியூக்ளியஸ் காணப் படும். சைடோபிளாசத்தின் பரப்பிற்குத் தகுந்தவாறு நியூக்ளியஸ் அமைந்துள்ளது என்று ஆர். ஹெர்ட்விக் (R. Hertwig, 1906) கூறுகிறார்

(2) நியூக்ளியஸின் அமைப்பு வேதியியல்புகள் (Morphological and Chemical Nature of the Nature) - நியூக்ளியஸ் ஓர் அமைப்பு செயல் அலகு (The Nucleus as a Structural and Functional Unit): நியூக்ளியஸினுடைய கல்வு அமைப்புகள் கிடையா. 1833ஆம் ஆண்டில் ராபெர்ட் பிரௌன் என்பவர் நியூக்ளியஸைக் கண்டுபிடித் தார். அது நீர்தன்மையுடைய யாகு போன்ற ஜெல் ஆக உள்ளது என்று கூறுகிறார்.

நியூக்ளியஸையும், சைடோபிளாசத்தையும் பிரித்தறிய வேண்டும் என்ற முயற்சி முதலில் பெஹ்ரென்ஸ் (Behrens, 1932, 38) என்பவரால் செய்யப்பட்டது. ஃபியூல்ஜென் (Feulgen, 1924) என்பவர், நியூக்ளியஸில் நியூக்ளியக் அமிலம் இருப்பதை நிரூபித்தார். இதற்குப்பின் என். ஆன்டெர்சன் (N. Anderson), பார்னம் (Barnam), ஜே. என். டேவிட்சன் (J. N. Davidson), டௌன்ஸ் (Dounce), ஹேஜ்பூம், ஷ்னீய்டர், மிர்ஸ்கி, வாண்டர்லிஸ் (Vanderelys) போன்றவர்கள் நியூக்ளியஸ்பற்றி ஆய்வுகள் நடத்தினார்கள்.

அளவு, உருவம், எண்ணிக்கை (Size, Shape and Number): நியூக்ளியஸ் மரபியல் பொருள்களுக்குத் தகுந்தவாறு அதன் அளவு மாறுபடுகிறது. நியூக்ளியஸின் அளவினையும், உருவத்தை யும், அதில் உள்ள DNA நிர்ணயிக்கிறது. பாக்டீரியாவிலும், சில பூஞ்சைகளிலும், நியூக்ளியஸ் 1 மைக்ரான் அளவிற்குக் குறைவாக உள்ளது. பல நூறு மைக்ரான்கள் விட்டமுடைய பெரிய நியூக்ளி யஸ்களில் அதிகரித்த குரோமேடினும், மற்றும் பல துணை வளர் சிதை மாற்றப் பொருள்களும் அடங்கியுள்ளன. விலங்கு செல் களிலும், தாவர செல்களிலும் உள்ள நியூக்ளியஸின் சராசரி அளவு 8 முதல் 2000 மைக்ரான்கள் வரை உள்ளன. இவை செல்லின் அளவினை நிர்ணயிக்கின்றன. நியூக்ளியஸ், சைடோ பிளாசப் பருமன் விகிதம் (nuclear to cytoplasmic volume ratio) செல் செயலியலில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது என்று ஹெர்ட்விக் (1903), வில்சன் (1925) போன்றவர்கள் கருதுகிறார்கள். நியூக் ளியஸ் பொதுவாக உருண்டை வடிவம் பெற்றுள்ளது.

நியூக்ளியஸ் மரபியல் கணிப்பவை அதிகமாவதற்குத் தகுந்த வாறு மாறுகிறது. இம் மாறுதல் மூன்று வகைகளில் நடைபெறு கிறது;

(a) பலமயம் (Polyploidy) : அடிப்படைக் குரோமோசோம் எண்ணிக்கையை அதிகமாக்குதல். இம் முறையில் குறிப் பாக உள்ள எண்ணிக்கையைவிட 16 அல்லது 32 தடவை அதிகமாக்க முடியும். இது முற்றுப்பெறாத நியூக்ளியஸ் பகுப்பினாலும் (karyokinesis), முற்றுப்பெறாத சைடோ பிளாசப் பகுப்பினாலும் (cytokinesis) நிகழலாம்.

(b) பாலிடீனி (Polyteny) : குரோமோசோம்களின் எண் ணிக்கை மாறாமல் அப்படியே இருக்கும். அவற்றில் உள்ள குரோமேடின் அளவு அதிகரிக்கும்.

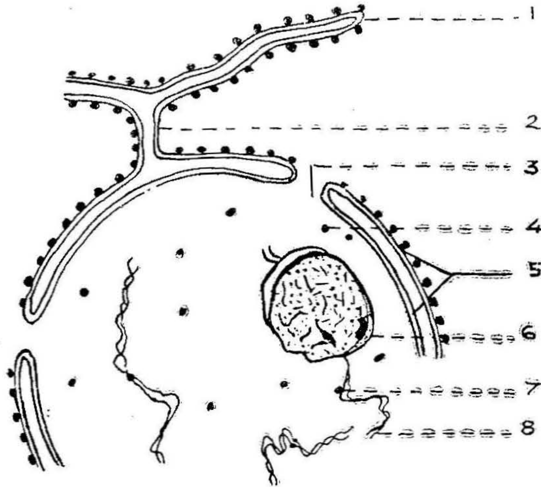
(c) பல நியூக்ளியஸ்களாதல் (Multinuclearity) : நியூக்ளியஸ் பகுப்பு முற்றுப்பெற்று, சைடோபிளாசப் பகுப்பு ஏற்பட வில்லையானால் நியூக்ளியஸ்களின் எண்ணிக்கை அதிக மாகும்; அல்லது செல்கள் இணைந்தால் ஒரே செல்லில் பல நியூக்ளியஸ்கள் காணப்படும்.

இடைநிலை நியூக்ளியஸின் அமைப்பு உறுப்புகள் (Structural Component of the Interphase Nucleus) : நியூக்ளியஸில் நியூக்ளி யஸ் உறை, குரோமேடின் நியூக்ளியஸ் சாறு, நியூக்ளியோலஸ், இன்னும் மற்ற உட்பொருள்களும் காணப்படுகின்றன. ஒவ் வொன்றையும் தனித்தெடுத்து ஆராய இயலும்.

1. நியூக்ளியஸ் உறை : இது சிறப்பான மரபியல் பொருள் களைக்கொண்ட நியூக்ளியஸையும், வளர்சிதை மாற்றங்களுக்குரிய உறுப்புகளைக்கொண்ட சைடோபிளாசத்தையும் பிரிக்கிறது. நியூக் ளியஸ் உறை இரட்டைச் சவ்வினால் ஆகியது. நியூக்ளியஸின் அமைப்பையும் வேலையையும்பற்றி வாட்சன் (1955, 59), பாட் (Baude, 1959), விஷ்னிட்ஸெர் (Wischnitzer, 1960) முதலிய அறிஞர்கள் ஆராய்ச்சிகள் செய்தார்கள்.

பாக்டீரியாவில் நியூக்ளியஸ் பகுதி தனியாக உள்ளது. ஆனால், அது செல்லின் மற்றப் பகுதியிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டிருக்கவில்லை என்று கெல்லென்பெர்ஜர் (Kellenberger, 1960) கூறுகிறார். இவற் றிலும் DNA-யும் RNA-யும் உயர்தாவரங்களின் செல்களில் உள்ளதைப் போல் அமைந்திருக்கின்றன என்று ஸ்பிஜெல்மேன் (Spiegelman, 1961) கூறுகிறார். எனவே, நியூக்ளியஸ் உறை என்பது அதன் அடிப்படையான வேலைக்கு அவசியம் இல்லை என்று தெரிகிறது. மரபியல் பொருள்களைச் சுற்றி அமைந்த சைடோ பிளாசத்தினால் ஆகியது நியூக்ளியஸ் உறை என்று கூறப்படுகிறது.

நியூக்ளியஸ்-சைடோபிளாச உறவு முறையை ஒழுங்குபடுத்தவும், வழி வகுக்கவும் இது பயன்படுத்தப்படுகிறது.



படம் 46. நியூக்ளியஸ்

1. எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை
2. எண்டோபிளாஸ்மிக் வலைக்கும் நியூக்ளியஸ் சவ்விற்கும் உள்ள தொடர்பு
3. ரிபோசோம்
4. நியூக்ளியஸ் நுண்துளை
5. நியூக்ளியஸ் சவ்வு
6. நியூக்ளியோலஸ்
7. சென்ட்ரோமியர்
8. இரு குரோமோசோம்கள்

நியூக்ளியஸ் உறை, ஒளிநுண்ணோக்கியின்மூலம் தெளிவாகத் தெரிவதில்லை. அதில் அமைந்துள்ள நெருக்கமான சாயம் ஏற்கக் கூடிய பொருள்களினால் அது தெளிவாகத் தெரிகிறது. அதன் லிபோபுரதச் சவ்வு அமைப்பினை ஷ்மிட் (Schmidt, 1939), பெஃபெர், 1944, பாட் முதலியவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள்.

எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின்மூலம் இதன் அமைப்பினைத் தெளிவாகத் தெரிந்துகொள்ளலாம். கால்லன் (Callan), டாம்லின் (Tomlin) என்பவர்கள் நியூக்ளியஸ் உறையை முதன்முதலில்

எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின்மூலம் ஆராய்ந்தார்கள். சவ்வுகள் 75 ஆ. தடிப்புடையவை இரு சவ்வுகளுக்கிடையேயுள்ள இடைவெளி 150 ஆ ஆக இருக்கும். நியூக்ளியஸ் உறை தொடர்ச்சியாக இராமல் ஆங்காங்கே நுண்துளைகளைப் பெற்றிருக்கும் வெளிச்சவ்வும் உட்சவ்வும் இப் பகுதிகளில் இணைந்து 500 முதல் 1000 ஆ. விட்டமுடைய குழிகளை (pits) உண்டாக்கும்.

சவ்வுகளில் வட்ட வடிவமான 'ஆன்னுலி (annul) இருப்பதாக ஸ்விஃப்ட் (Swift, 1956) கூறுகிறார். இவை 400 ஆ அளவுள்ள நுண்மணிகளைப் போல் உள்ளதாக அஃப்ஜீலியஸ் கூறுகிறார். இவை சைடோபிளாசத்திலிருந்து குழாய் போன்ற பகுதிகளாக இருந்து நியூக்ளியஸினுள் செல்கின்றன என்று விஸ்நிட்ஸெர் கூறுகிறார். இவை நியூக்ளியஸ் உறையுடன் இணைந்த பகுதி என்று மெர்ரியம் (Merrium, 1961) கருதுகிறார்.

நியூக்ளியஸ் சவ்வில் உள்ள நுண்துளைகள் தோன்றி மறைந்து கொண்டேயிருக்கின்றன. ஆனால், அவை எவ்வாறு தோன்றி மறைகின்றன என்பது தெரியவில்லை. நுண்துளைகள் பொருள்களின் பெயர்ச்சிக்கு உதவுகின்றன. சேர்க்கையில் (synthesis) ஈடுபட்டிருக்கும் நியூக்ளியஸில் அதிகமான நுண்துளைகள் உள்ளன. (உ-ம்.) உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி செல்கள் (salivery gland cells), ட்யூமர் செல்கள் (tumour cells), கணைய செல்கள் (pancreas cells), கல்லீரல் செல்கள் (liver cells). இவ்விதமான நுண்துளைகளின் வழியாகச் சைடோபிளாசப் பொருள்கள் நியூக்ளியஸிற்குள்ளும், நியூக்ளியஸ் பொருள்கள் சைடோபிளாசத்திற்குள்ளும் செல்ல வழி வகுக்கப்படுகிறது.

நியூக்ளியஸ் உறையில் உள்ள ஆன்னுலிஸ் புரதத்தினால் ஆகியது இதில் RNA இருப்பதாக ஸ்விஃப்ட் கருத்துத் தெரிவிக்கிறார். நியூக்ளியஸ் உறை ஒரே மாதிரியான லிபோ புரதங்களினால் ஆகியது. அமினோ அமிலச் சேர்க்கை மற்ற சைடோபிளாசச் சவ்வுகளை ஒத்துள்ளது. ஹெக்சோசமைன் (hexosamine) சிறிய அளவில் இருப்பதாக ஸ்மித் (1957) கூறுகிறார். இது வளர்சிதை மாற்றச்செயல்களில் பங்கெடுத்துக்கொள்ளுவதில்லை என்று மெர்ரியம் (1962) கருதுகிறார்.

சிறிய மூலக்கூறுகள் பரவுதலின்மூலமும் பெரிய மூலக்கூறுகள் தேர்வு உள்நுழைதலின்மூலமும் நியூக்ளியஸிற்குள் செல்லுகின்றன என்று ஆன்டெர்சன், பாட், மிர்ஸ்கி, ஒசாவா (Osawa, 1961) கருதுகிறார்கள். பெரிய மூலக்கூறுகள் செல்லுவதற்கு ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது.

நியூக்ளியஸிலிருந்து குமிழிகள் (blebs) தோன்றுவது இயல்பாக இருந்த போதிலும் அவை பிரிந்து அவற்றில் உள்ள பொருள்கள் சைட்டோபிளாசத்தில் செலுத்தப்படுகின்றன என்று உறுதியாகக் கூற முடியாது. இக் குமிழிகள் சிறந்த நியூக்ளியஸ் சவ்வின் தகவலைச் சைட்டோபிளாசத்திற்குக் கொண்டு செல்லலாம்.

நியூக்ளியஸ் பொருள்களும் சைட்டோபிளாசப் பொருள்களும் மைட்டாசிஸ் செல்பகுப்பின் ஆரம்பத்தில் நியூக்ளியஸ் உறை உடையும்போது ஏற்படுகிறது. பகுப்பின் இறுதி நிலையில் சைட்டோபிளாசப் பொருள்கள் தனியாக அமைக்கப்பட்டு விடுகின்றன. இச் சமயத்தில் நியூக்ளியோ சைட்டோபிளாச வினை எதிர் வினை நடைபெற்றுச் சில மரபியல் பொருள்கள் சைட்டோபிளாசத்தில் இடம் பெறலாம். ஆனால், இது நடைபெறுவது மிகவும் அரிதாக உள்ளது. நியூக்ளியார் சவ்வு தகவல் பரிமாற்றம் செய்ய உதவுகிறது என்பதற்கான சான்றுகள் உறுதியாக இல்லை.

நியூக்ளியஸைத் தனியாகப் பிரித்தெடுக்கும்போது அதனுடன் நியூக்ளியஸ் உறையும் வருகிறது. இதன் பண்புகளை ஆராயும் பொழுது, நியூக்ளியார் உறை சைட்டோபிளாசத்தோடு அதிக தொடர்புடையது என்று அறியலாம் என்று வாட்சன் (1955), பாலாட் (1956) கருதினார்கள். நியூக்ளியஸ் உறையின்மேல் ரிபோ நியூக்ளியோ புரதத்தை (ribo nucleo protein) வைத்தபொழுது, இதற்கும் நுண்மணிகளுடைய எண்டோபிளாஸ்மிக் வலைக்கும் வேற்றுமை இல்லாமலிருந்தது. இரு சவ்வுகளும் இணைந்துள்ளதை வாட்சன், பாலாட், போர்டர், ஈய்ஸ்டீன், மக்அலியார் (McAlear), எட்வர்ட்ஸ் (Edwards, 1959) கண்டுபிடித்தார்கள். இதனால் எண்டோபிளாஸ்மிக் வலைக்கும் நியூக்ளியார் உறைக்கும் ஒரு தொடர்பு உள்ளது. எண்டோபிளாஸ்மிக் சவ்வு பிளாஸ்மா சவ்வுடன் தொடர்புடையது. இப்படியாக நியூக்ளியஸ், செல்லின் வெளியே தொடர்புகொள்ள வாய்ப்பு உள்ளது. பரிணாம நிலையில் கீழ்மட்டத்தில் உள்ள பாக்டீரியா செல்களில் மேலே கண்டவாறு நியூக்ளியஸ் வெளி ஊடகத்துடன் தொடர்பு கொள்ளுகிறது.

செல் வளர்ச்சியின்போதும், செல் சுரத்தலின்போதும் நியூக்ளியஸைச் சுற்றிலும் எர்காஸ்டிக் பொருள்கள் (ergastic substances) காணப்பட்டதாகக் கார்னியர் (Garnier) என்பவரும், ஸ்லிஃப்ட் (1958) என்பவரும் கூறுகின்றனர். இதனால் நியூக்ளியார் சவ்வு எர்கஸ்டோபிளாசம் தயாரிக்கிறது என்று கே (Gay, 1958), ஸ்லிஃப்ட் (1958) கருதுகிறார்கள். நியூக்ளியஸ் குமிழிகள் (blebs) தனியாகப் பிரிந்து எர்கஸ்டோபிளாசம் உண்டாக்குவதாக 'கே' கூறுகிறார்.

மைடோகோண்டிரியாவிற்கும் நியூக்ளியார் உறைக்கும் தொடர்பு உடையது. இதனால் இரண்டிலும் உள்ள பொருள்கள் பரிமாற்றம் செய்யப்படுகின்றன; அல்லது நியூக்ளியார் பரப்பில் மைடோகோண்டிரியா உண்டாக்கப்படுகிறது. இரண்டும் நெருங்கிய தொடர்பு உடையவை என்று ஃபிரெடெரிக் (Frederic, *1951*), செவ்ரிமாண்ட் (Chevremont, *1960*) என்பவர்கள் கருதினார்கள். மைடோகோண்டிரியா, நகர்ந்து நியூக்ளியஸ் உறையைத்தொட்டு மீண்டும் திரும்புவதை மேலே கூறிய ஆய்வாளர்கள் கண்டார்கள். மைடோகோண்டிரியாவிலிருந்து ஆற்றல் பொதிந்த ATP நியூக்ளியஸிற்கும், நியூக்ளியஸிலிருந்து ஆற்றல் பொதிந்த ATP மைடோகோண்டிரியாவிற்கும் செல்லுவதாக நம்பப்படுகிறது. நியூக்ளியஸில் டை பாஸ்போ பைரிடின் நியூக்ளியோடைடு (di phospho pyridine nucleotide - DPN) தயாரிக்கப்படுவதாக ஹேஜ்பூம், ஷ்னீய்டர் (*1952*) கருதுகிறார்கள். அது நியூக்ளியோலஸில் காணப்படுகிறது என்று பால்டஸ் (Baltus, *1952*) கண்டுபிடித்தார். நியூக்ளியோலஸ் மைடோகோண்டிரியா அமைந்துள்ள பகுதியின் அருகில் நகருகிறது. இச் சமயத்தில் இதிலிருந்து DPN மைடோகோண்டிரியாவிற்கு மாற்றப்படுகிறதென்று ஃபிரெடெரிக், செவ்ரிமாண்ட் (*1951, 1958*) கருதுகிறார்கள்.

நியூக்ளியஸ் உறைக்கும் மைடோகோண்டிரியாவிற்கும் உள்ள தொடர்பு DNA சேர்க்கைக்காகவும் இருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது. சோதனை முறையில் வளர்த்த செல்களில் மைடாசிஸ் செல் பகுப்பு நடைபெறுவதைத் தடை செய்தபொழுது, மைடோகோண்டிரியாவில் DNA அதிகரித்தது. DNA சேர்க்கைக்குரிய பிரைமெர் DNA (primer DNA) மைடோகோண்டிரியாவில் இருப்பதாகக் கருதப்படுகிறது. மைடோகோண்டிரியாவிலும், பசுங்கணிகத்திலும் DNA இருக்கலாம் என்று புவாட் (Buvat, *1958*), ரிஸ், பிளாட் (Ris and Plaut, *1962*) கருதுகிறார்கள்.

2. குரோமேடினும் நியூக்ளியார் சாறும் (Chromatin and Nuclear Sap): குரோமேடின் என்பது காரவிரும்பி (basophilic) நியூக்ளியஸ் பொருள். மைடாசிஸ் செல் பகுப்பின்போது இவை குரோமோசோம்களில் காணப்படுகின்றன. குரோமேடின் என்பது நியூக்ளியஸில் DNA உடைய பகுதிகளாகும். குரோமேடின் நியூக்ளியஸ் சாற்றில் அமைந்துள்ளது.

நியூக்ளியஸ் இடைநிலையில் குரோமோசோமின் அமைப்பு மாறுமல் உள்ளது. குரோமோசோம்கள் செல் பகுப்பின் இறுதி நிலையில் மறைந்தபோது எவ்வாறு இருந்ததோ, அவ்வாறே செல் பகுப்பின் முதல் நிலையிலும் தோன்றுப. தளர்த்தப்பட்ட சுருக்க

களை நீக்கிப் பல உப பொருள்களுடன் நீண்டு அமைந்தது தான் இடைநிலையில் காணும் குரோமேடின்கள் என்று கருதப்படுகிறது.

இடைநிலை நியூக்ளியஸில் குரோமேடின் தனித்தனியாகப் பரவியுள்ளது. இதைத் தாவர செல்களின் ஆக்குத் திசுக்களில் நன்றாகக் காணலாம். குரோமேடின்களின் அளவு, அவை அமைந்துள்ள முறை, நெருக்கம் முதலியவை நியூக்ளியஸின் வேலைக்குத் தகுந்த மாதிரி அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

குரோமேடினின் வேதி இயல்பு (Chemical Organisation of Chromatin): குரோமேடின்களின் வேதி இயல்பு மிர்ஸ்கி, ஆல்ஃபிரே, டௌன்ஸ் (Dounce, 1955), வாண்ட்ரிலிஸ் முதலிய அறிஞர்களின் ஆராய்ச்சிகளினால் அறியப்பட்டது. செல் வகைகள், செல்களின் வளர்சிதை மாற்றச் செயல்களுக்கு ஏற்றவாறு குரோமேடினின் வேதி இயல்பு மாறுகிறது. அமிலப் புரதமான டிரிப்டோஃபேன் (tryptophane) அளவில், குரோமேடின்கள் வேறுபடுகின்றன. குரோமேடின்களிலிருந்து DNA, ஹிஸ்டோன் போன்ற பொருள்களை நீக்கியபின் டிரிப்டோஃபேன் காணப்படுகிறது.

குரோமோசோம்களில் 60 முதல் 90 சதவீதம் DNA-யும், ஹிஸ்டோனும் காணப்படுகின்றன. எஞ்சிய நியூக்ளியோ புரதங்களைவிட, ஹிஸ்டோன் புரதங்கள் நிலையாகவும், வளர்சிதை மாற்றங்களுக்குத் தன்னிச்சையாகவும் உள்ளன. இதன் அளவு குரோமோசோம் எண்ணிக்கைக்குத் தகுந்தவாறு உள்ளது. குரோமோசோம்கள் பிரியும்போதுதான் இந்த அளவு மாறுகிறது.

ஹிஸ்டோன் புரதங்களின் வேலைகளைப்பற்றிப் பல கருத்துகள் கூறப்படுகின்றன. ஹிஸ்டோன்களின் பண்புகளைப்பற்றிக் கீழ்க்காணும் கருத்துகள் கூறப்படுகின்றன:

1. ஹிஸ்டோன்களின் மூலக்கூற்று எடை மிகவும் குறைவானது இவை நேர் மின் ஓட்டம் உடையவை. ஆதலால், DNA-யின் எதிர் மின் ஓட்டத்தை நடுநிலையாக்குகின்றன. இதனால் DNA மூலக்கூறில் பல ஹிஸ்டோன் மூலக்கூறுகள் உள்ளன என்பது பெறப்படுகிறது.

2. ஹிஸ்டோன்களை லைஸின் (lycine) அதிகம் உள்ள பகுதி என்றும், ஆர்ஜினின் (arginine) அதிகம் உள்ள பகுதி என்றும் பிரிக்கலாம்.

3. குறைந்த PH சூழ்நிலையில் ஹிஸ்டோன்கள் ரிபோ நியூக்ளியஸ் செயல்களைச் செய்கின்றன.

4 DNA இரட்டிக்கும்போது ஹிஸ்டோன்களும் இரட்டிக்கின்றன.

5. விந்தத்தோற்றத்தின்போது (spermio genesis) உடல ஹிஸ்டோனுக்குப் பதிலாக (somatic histone), ஆர்ஜினின் (arginine) அதிகமாகவுள்ள புரோட்டமைன் (protamine) காணப்படுகிறது.

ஹிஸ்டோன்கள் ஜீன்களை ஒழுங்குபடுத்துகின்றன (gene regulators) என்று ஸ்டெட்மேன் என்பவரும், ஸ்டெட்மேன் என்பவரும் (Stedman and Stedman, 1951) கருதினார்கள். ஹிஸ்டோன்களின் நியூக்ளியஸ் செயல்களினால் MRNA-யின் வேலையை அடக்கி, ஜீன்களை ஒழுங்குபடுத்துகின்றன என்று லெஸ்லி (Leslie, 1961) என்பவர் கருதுகிறார். கடலை நாற்றுகளில் ஹிஸ்டோன்கள் MRNA-ஐ அடக்குவதாக ஹுவாங், பான்னெர் (Huang and Bonner, 1962) கண்டுபிடித்தார்கள்.

நியூக்ளியஸின் ஹிஸ்டோன்கள் குரோமேடினிலும், ஹிஸ்டோன் அல்லாதவை குரோமேடின், நியூக்ளியஸ் சாற்றிலும் காணப்படுகின்றன என்று ராஷ் (Rasch) என்பவரும், ஸ்விஃப்ட் (1953) என்பவரும் கண்டுபிடித்தார்கள்.

குரோமேடினில் RNA உள்ளதென காஃப்மேன், டைலர் (1959) கண்டுபிடித்தார்கள். குரோமேடினில் 5 முதல் 10 சதவீதம் லிபிடுகள் உள்ளன. பாஸ்போ லிபிடுகளும், நடுநிலையான கொழுப்புகளும் உள்ளன. இவற்றைத் தவிரக் கால்சியம், மெக்னீஷியம் போன்ற கனிம அயனிகளும் (metallic ions) காணப்படுகின்றன என்று ஸ்காட் (Scott, 1980), ஸ்டீஃபென்சன் (Steffenson, 1961) கண்டுபிடித்தார்கள்.

மரபியல் பண்புகள் யாவும் DNA மூலக்கூற்றின் பியூரின்களிலும், பிரிமிடீன்களிலும் அடங்கியுள்ளன. மரபியல் தகவல்கள் DNA-யிலிருந்து MRNA மூலம் சைட்டோபிளாசத்திற்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டு, DNA-யின் ஆணைக்கு இணங்கப் பல புரதங்களைத் தயாரிக்கிறது.

நியூக்ளியோலஸ் (Nucleolus) : எல்லா இடைநிலை நியூக்ளியஸ்களிலும் அடர்த்தியான உருண்டையான RNA-வும் புரதமும் அதிகமாகவும், DNA குறைவாகவும் உள்ள உறுப்பு நியூக்ளியோலஸ்

எனப்படும். இப் பெயரை போமேன் (Bowman, 1840) கண்டு பிடித்தார். ஒகட்டா (Ogatta, 1883) இதை 'பிளாஸ்மோசோம்' (plasmosome) என்று கூறுகிறார். நியூக்ளியஸ் சைட்டோபிளாசச் செயல்களுக்கு அமைப்பியல் சான்றாக விளங்குகிறது. மூன்று அமைப்பியல் அடையாளங்களின்மூலம் நியூக்ளியோலஸ் வேலைகளை ஊகிக்கலாம்.

1. குரோமேடினுடன் நெருங்கிய தொடர்பு உடையதாக இருப்பதால், குரோமோசோமிற்குத் தேவையான பொருள்களைச் சேமித்து வைக்க நியூக்ளியோலஸ் உதவுகிறது.

2. செல் பகுப்பின் ஆரம்பத்தில் ஸ்பிண்டில் செயற்கருவி (apparatus) உண்டாகும்போது மறைந்து, செல்பகுப்பின் இறுதி நிலையில் மீண்டும் நியூக்ளியோலஸ் தோன்றுவதால், ஸ்பிண்டில் தோன்றுவதற்கு ஆதாரமான பொருள்களைச் சேமித்து வைக்கிறது.

3. வேகமாக வளர்ச்சியுறும் செல்களிலும், சுரக்கும் செல்களிலும் நியூக்ளியோலஸ்கள் பெரியனவாக இருக்கின்றன. நியூக்ளியஸ் பொருள்கள் சைட்டோபிளாசத்தினுள் செலுத்தப்படும் பொழுது, நியூக்ளியஸின் விளிம்பிற்கு நியூக்ளியோலஸ் நகர்ந்து செல்கிறது. இதனால் நியூக்ளியோலஸ் சில பொருள்களைச் சுரந்து, சைட்டோபிளாசத்திற்குத் தருகிறது என்று கருதுகிறார்கள்.

நியூக்ளியோலஸிற்கும் குரோமேடினுக்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உண்டு. குரோமேடின் இழைகள் நியூக்ளியோலஸில் நுழைவதை லாஃபோன்டைன் (Lafontaine, 1958) கண்டுபிடித்தார். குரோமோசோம்களில் உண்டாகிய நியூக்ளியோலஸ் பொருள்களைச் சேகரித்து, நியூக்ளியோலஸ் அமைப்புப் பகுதிக்குக்கொண்டு செல்லப்படுகிறது. இப் பகுதி (locus) மையநிலை குரோமோசோம்களில் ஒரு சுருங்கிய நிலையாகவோ, குறைவாகச் சாயம் ஏற்கக் கூடிய (lower stainablity) பகுதியாகவோ உள்ளது. மற்றக் குரோமோசோம் பகுதிகளில் உண்டாகிய நியூக்ளியோலஸ் பொருள்கள் சேகரிக்கப்பட்டு, நியூக்ளியஸ் உண்டாக்கும் பகுதியில் சேர்க்கப்படுகிறது. இதனால் நியூக்ளியஸில் ஒரு முதல்நிலை அமைப்புப்பகுதி (primary organiser region) செயல்படுகிறது. இவ்வாறு செயல்படும்பொழுது மற்ற அமைப்புப்பகுதிகள் போட்டியிட்டுத் தோற்றுவிடுவதனால், முதல்நிலை அமைப்புப்பகுதி எங்கு நியூக்ளியோலஸ் அமைய வேண்டும் என்று முடிவு செய்யப்படுகிறதோ அங்கு நியூக்ளியோலஸ் உண்டாகிறது. நியூக்ளி

யோலஸ் அமைப்புப்பகுதி, நியூக்ளியோலஸைச் சேர்க்கை முறையினாலோ, பொருள்களின் கூட்டத்தினாலோ உண்டாக்கலாம்.

நியூக்ளியோலஸில் RNA மிகுதியாக உள்ளது. இதில் உள்ள RNA-யும், குரோமேட்டினில் உள்ள RNA-யும் வெவ்வேறு செயல்களைச் செய்கின்றன. நியூக்ளியோலஸில் உள்ள RNA சைட்டோபிளாசத்தில் ரிபோசோமில் உள்ள RNA-யுடன் வேதிச் சேர்க்கையில் ஒத்துள்ளதென எட்ஸ்ட்ராம் (Edstrom, *1960*), வின்செண்ட் (Vincent, *1957*) கருதுகிறார்கள்.

செல் வளர்சிதை மாற்றத்தில் நியூக்ளியஸின் பங்கு (The Role of the Nucleus in the Cell's Metabolism): செல்லிலிருந்து நியூக்ளியஸை அகற்றினால், செல்லின் இயல்பான வளர்சிதை மாற்றச் செயல்களான RNA சேர்க்கை, புரதச் சேர்க்கை பாதிக்கப்படுகின்றன. இதனால் செல் செயலியலில் நியூக்ளியஸ் மிகப் பெரிய பங்கு வகிக்கிறது என்றும், அது குறிப்பிட்ட செயல்களைச் செய்கிறது என்றும், மரபியல் தகவல்களைத் தாங்கி நிற்கிறது என்றும் தெரிய வருகிறது.

குரோமோசோமில் வரிசையாக அடுக்கப்பெற்ற ஜீன்கள் செல்களில் அமினோ அமிலங்களையும், புரதங்களையும் உண்டாக்குவதைக் கட்டுப்படுத்திச் செயலாற்றும்படி செய்கிறது. இதற்கு மரபியல் அலகுகளைத் தீர்மானம் செய்யும் பகுதி ஒன்று நியூக்ளியஸில் இருக்க வேண்டும். பொருள்களைச் சேர்க்கை முறையில் உண்டாக்குவதற்கேற்ற செயற்கருவி ஒன்றும் சைட்டோபிளாசத்தில் இருக்க வேண்டும். மரபியல் குறிப்புச் சார்பினை (genetic specificity) நியூக்ளியஸ் உண்டாக்குகிறது என்று லார்ச் (Lorch) என்பவரும், டேனியெல்லி (Danielli, *1950*) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர்.

நியூக்ளியஸின் இரு செயல்கள் (Dual Function of the Nucleus): நியூக்ளியஸ் மரபியல் தகவல்களைத் தாங்கி நிற்கிறது; நியூக்ளியஸ் செல்லில் பொருள்களின் சேர்க்கைக்கு வேண்டியவற்றைச் செய்யுமாறு ஆணையிடுகிறது; நெறிப்படுத்துகிறது.

ஜீன் இரட்டிப்பு (replication of gene) நியூக்ளியஸில் நடைபெறுகிறது. மரபுப்பொருள்களின் இரட்டிப்பு நியூக்ளியஸின் இடைநிலையில் செல்பகுப்பு ஆரம்பமாகு முன் ஏற்படுகிறது. இச்சமயத்தில் RNA வளர்சிதை மாற்றம் குறைவாக நடைபெறுகிறது அல்லது நடைபெறுவதில்லை என்று டைலர் (*1958*) கூறுகிறார்.

குரோமோசோம்கள் (Chromosomes): டிராடெஸ்கான்ஷியா (tradescantia) செடியின் மகரந்தத்தாய் செல்களில் குரோமோசோம்கள் இருப்பதை முதன்முதலில் 1848ஆம் ஆண்டில் ஹாஃப்மியஸ்டர் கண்டார். 1888ஆம் ஆண்டில் வால்டியெர் (Waldyer) என்பவர் இவற்றிற்குக் குரோமோசோம் என்ற பெயரை இட்டார். இவை செல்பகுப்பின்போது தோன்றுபவை என்று பழங்கால அறிவியலறிஞர்கள் எண்ணினார்கள். செல் நிலைகள் அனைத்திலும் குரோமோசோம்கள் காணப்படுகின்றன என்றும், அவை செல் பகுப்பின்போது தெளிவாகத் தெரிகின்றன என்றும் கருதுகிறார்கள்.

ஒவ்வோர் உயிரினத்திற்கும் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை மாறாமல் உள்ளது. இக் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையிலோ, அமைப்பிலோ சிறிது மாறுதல் ஏற்பட்டாலும் உயிரினத்தில் மிகப் பெரிய மாறுதல்கள் நிகழும். உயிரினத்தில் உள்ள குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை இருமய எண்ணிக்கையில் (diploid number—2x) அமைந்திருக்கும். அவற்றை ஆராய்ந்து பார்த்தால், அவற்றுள் ஒத்த அமைப்புடைய குரோமோசோம் ஜோடிகள் (homologous pair) காணப்படும். இந்த ஜோடிக் குரோமோசோம்களில் ஒன்று தாயிடத்திலிருந்தும், மற்றொன்று தந்தையிடத்திலிருந்தும் பெறப்படுவதாகும். இந்த ஜோடிக் குரோமோசோம்களுக்கு ஒத்த குரோமோசோம்கள் ஜோடி (a pair of homologous chromosomes) என்று பெயர். குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை சில சமயங்களில் இயற்கையாக அதிகரிப்பதுண்டு. சோதனை முறையில் இயற்பியல் வேதிக்காரணிகளாலும் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையை அதிகமாக்கலாம். இவ்வாறு அதிகரித்த குரோமோசோம்களைப் பெற்றவை பலமயக் குரோமோசோம்களுடையவை (polyploids) எனப்படும்.

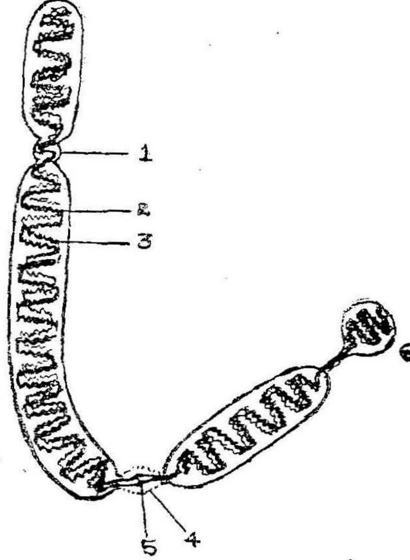
அமைப்பு (Morphology): குரோமோசோம் அமைப்புகளைச் செல்பகுப்பு நிலைகளான மையநிலையிலும், பிரிநிலையிலும் (metaphase and anaphase) நன்றாகக் காணலாம். ஃபியூல்ஜென் முறையினாலும் (Feulgen Method) காரத்தன்மையுடைய சாயங்களினாலும் (basic dyes) குரோமோசோம்கள் உருளை வடிவமாகக் காணப்படுகின்றன.

குரோமோசோமின் பாகங்கள்: குரோமோசோமில் கீழ்க்காணும் பகுதிகள் உள்ளன. இவற்றைப் படத்தில் காணலாம்.

1. கினிடோகோர் அல்லது முதல் சுருக்கம் (kinitochore or primary constriction)

2. இரண்டாம் சுருக்கம் (secondary constriction)

3. குரோமோமியர்கள் (chromomeres)

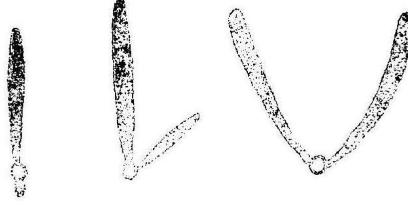


படம் 47. குரோமோசோமின் அமைப்பு

1. இரண்டாம் சுருக்கம்
2. குரோமோனிமாடாவின் பெரிய சுற்று
3. குரோமோனிமாடாவின் சிறிய சுற்று
4. கினிடோகோர்
5. ஸ்பிண்டில் இழைகள்
6. ஸாடெலைட்

1. கினிடோகோர்: இதற்குச் சென்ட்ரோமியர் (entromere) என்ற பெயரும் உண்டு. செல்பகுப்பின்போது ஸ்பிண்டில் இழைகள் இப் பகுதியில் இணைக்கப்பட்டுச் செல்பகுப்பிற்குப் பயன்படும். கினிடோகோர் இல்லாத குரோமோசோம்களும் உள்ளன. இவை மையமில்லாத வகையைச் சேர்ந்தவை (acentric type) என்று சொல்லப்படும். குரோமோசோம்களின் உருவத்தை முதல் சுருக்கம் நிர்ணயிக்கிறது. முதல் சுருக்கத்தில் குரோமோசோமின் இரு கிளைகளும் (arms) ஒன்று சேருகின்றன. முதல் சுருக்கம் குரோமோசோம் முனையில் காணப்பட்டால், அஃது அக்ரோசென்டிரிக் (Acrocentric) எனப்படும். குரோமோசோம் முனைக்குச்

சற்றுத்தள்ளி முதல் சுருக்கம் இருந்தால், டீலோசென்டிரிக் (telo-centric) என்று சொல்லப்படும்.



படம் 48. சென்ட்ரோமியரின் உறவு முறையினைப் பொறுத்துக் குரோமோசோமின் வகைகள்
A. அக்ரோசென்ட்ரிக்
B. டீலோசென்டிரிக்
C. மெடாசென்ட்ரிக்

குரோமோசோம் சுருக்கத்தில் தெளிவான பகுதியும் அதில் ஸ்ஃபெருல் (spherule) என்ற நுண்மணியும் உண்டு. மைடாசிஸ் செல்பகுப்பின்போது குரோமோசோம் இயக்கங்களுடன் தொடர்புடையது. இப்பொழுது இப் பகுதி குரோமோசோமின் ஏனைய பகுதிகளை ஒத்துள்ளது எனவும், இதில் சில குரோமோமியர்களும் சில குரோமோனிமா இழைகளும் (interchromonemal fibrillae) உள்ளன என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. சென்ட்ரோமியர்களின் அமைப்பில் கீழ்க்காணும் மாறுதல்கள் உள்ளன:

(a) சென்ட்ரோமியர் ஒரு சுருக்கமாகக் காணப்படுகிறது.

(b) இது மற்றப் பகுதிகளைவிட ஃபியூஷின் சாயத்தைக் (Fuschin dye) குறைவாக ஏற்கிறது.

(c) ஒரு குரோமோசோமில் ஒரு சென்ட்ரோமியர் இருந்தால், அது மானோசென்ட்ரிக் (monocentric) எனப்படும். இரண்டு இருந்தால் டைசென்டிரிக் (dicentric) என்றும், இரண்டுக்கு மேற்பட்டு காணப்பட்டால் பாலிசென்டிரிக் (polycentric) என்றும் பெயர்.

(d) சில பூச்சிகளின் குரோமோசோம்களில் பரவலான சென்ட்ரோமியர்கள் (diffused centromere) இருப்பதை எஸ். ஹியூஜெஸ் - ஷ்ராடெர் (S. Huges-Schrader, 1948) என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். (உ-ம்.) ஆஸ்காரிஸ் மெகாஸெஃபலா (Ascaris megacephela) ஸென்ட்ரோமியரின் அமைப்பு முன்பு நினைத்ததைவிடச் சிக்கலான

அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. படத்தில் காட்டியுள்ளபடி அதில் 3 பகுதிகள் (zones) இருபுறமும் காணப்படும். மையப்பகுதி (middle zone) குரோமோசோமிற்கும் ஸ்பிண்டிலுக்கும் உள்ள தொடர்பைப் பாதுகாக்கிறது.

இரண்டாம் சுருக்கம் (Secondary Constriction): குரோமோசோம்களில் இரண்டாம் சுருக்கங்களும் காணப்படும். இவற்றிற்கு நிலையான அமைவிடமும் பரப்பும் உள்ளதால், ஒரு நியூக்ளியஸில் உள்ள மொத்தக் குரோமோசோம்களில் இரண்டாம் சுருக்கங்களையுடைய குரோமோசோம்களை எளிதில் அடையாளம் கண்டு கொள்ளலாம். இரண்டாம் சுருக்கம் குட்டையாகவோ நெட்டையாகவோ இருக்கும். முதல் சுருக்கங்கள் குரோமோசோம்களின் விரிகோணத்தை உண்டாக்கும். இரண்டாம் சுருக்கத்தினுல் இத்தகைய விரிகோணம் குரோமோசோமில் ஏற்படுவதில்லை.

டிலோமியர் (Telomere): குரோமோசோம்களின் நுனிக்கு டிலோமியர் என்று பெயர். குரோமோசோம்களை x-கதிர்களால் (x-rays) துண்டாக்கினுல், துண்டுகள் மீண்டும் ஒன்று சேரும். துண்டுப்பகுதிகள் டிலோமியருடன் இணைவதில்லை. டிலோமியரில் இருக்கும் முனைத்தன்மை (polarity) பிரிக்கப்பட்ட குரோமோசோம் பகுதிகளை இணைய விடாமல் தடுக்கிறது.

ஸாடெலைட் (Satellite): குரோமோசோம் நுனிப்பகுதியில் இரண்டாம் சுருக்கு அமைந்திருந்தால், சுருக்கிற்கு அடுத்துள்ள நுனிப்பகுதிக் குரோமோசோமிற்குத் துணைக்கோளம் அல்லது ஸாடெலைட் என்று பெயர். இப் பகுதி உருண்டையாகவோ, நீளமாகவோ இருக்கும். குரோமோசோமின் மற்றப் பகுதியிலிருந்து மெல்லிய குரோமேடிக் இழையினுல் (chromatic filament) ஸாடெலைட் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஸாடெலைட்டின் விட்டம் குரோமோசோமின் விட்டத்தைப் போன்றே, அதற்குக் குறைவாகவோ இருக்கும். குரோமோசோமின் மற்றப் பகுதியிலிருந்து பிரிக்கப்படும் குரோமேடிக் இழை நீளமாகவோ, குட்டையாகவோ இருக்கும். ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட குரோமோசோமிற்கும் குரோமேடின் இழையும், ஸாடெலைட்டும் நிலையான உருவத்தினையும் அளவினையும் கொண்டுள்ளது.

நியூக்ளியோலஸ் பகுதி (Nucleolar Zone): சில இரண்டாம் சுருக்குகள் நியூக்ளியோலஸ்களை உண்டாக்குவதாகக் கருதப்படுகிறது. ஸாடெலைட்டுகள் நியூக்ளியோலஸ்களை உண்டாக்குவதாக ஹெயிட்ஸ் (Heitz) என்பவர் கூறுகிருர். நியூக்ளியோலஸை உண்டாக்கும் குரோமோசோம் பகுதிகளுக்கும் மற்றவற்றிற்கும் வேறுபாடு

இல்லை என்று கருதப்படுகிறது. நியூக்ளியோலஸ் உண்டாக்கும் சிறப்புப்பகுதிக்கு நியூக்ளியோலஸ் பகுதி (nucleolar zone) அல்லது நியூக்ளியோலஸ் அமைப்புப்பகுதி (nucleus organiser) என்று பெயர்.

குரோமோசோம்களின் நிலையான அமைப்பு (Morphologic Constants in Chromosomes) : மைடாடிக் செல் பகுப்பில் ஓர் உயிரினத்தில் காணும் குரோமோசோம்கள் எண்ணிக்கை, அளவு, உருவம், நடத்தை, அமைப்பு முறை ஆகியவற்றில் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும். மிகக் குறைந்த குரோமோசோம்கள் எண்ணிக்கை உடையது ஆஸ்காரிஸ் மெகாலொஸிபலா. சில டெரிடோபைட்டு வகைத் தாவரங்களின் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை பல நூறுகளாக அமைந்திருக்கும்.

சில வகையான உயிரினங்களில் சில வகைப்பட்ட சிறப்பு அமைப்புகளோடு கூடிய குரோமோசோம்கள் காணப்படும். உதாரணமாக, வெட்டுக்கிளிகளின் (locusts) குரோமோசோம்கள் பொதுவாக அக்ரோஸென்டிரிக் வகையைச் சேர்ந்தவையாக உள்ளன.

தாவரங்களில் குரோமோசோம் உருவம் மாறுபட்டுக் காணப்படும். சில குறிப்பிட்ட தாவரங்களின் குரோமோசோம்களின் குறிப்பிட்ட வகையான சுருக்கங்களும், ஸாடெலைட்டுகளும் காணப்படும். குரோமோசோம் அளவும் ஒரு தொகுதியில் நிலையானதாக உள்ளது. குரோமோசோம் நீளம் 0·2 மைக்ரான் முதல் 50 மைக்ரான்கள் வரை இருக்கும். இதன் விட்டம் 0·2 முதல் 2 மைக்ரான் வரை இருக்கும். மனிதனில் காணப்படும் குரோமோசோம்களின் சராசரி நீளம் 4 முதல் 6 மைக்ரான் வரை இருக்கும். ஒரு நியூக்ளியஸில் அடங்கிய ஒத்த அமைப்புடைய குரோமோசோம்கள் அருகருகே இருக்க வேண்டும் என்பதில்லை. அவை நியூக்ளியஸில் எப் பகுதியில் வேண்டுமானாலும் தன்னிச்சையாகக் காணப்படலாம்.

ஒரு குறிப்பிட்ட குரோமோசோம் தொகுதியைக் குறிப்பதற்குக் கேரியோடைப் (karyotype) என்று பெயர். இஃது ஓர் உயிரினத்திற்குக் குறிப்பிட்ட வகையில் காணப்படும். இதில் உள்ள குரோமோசோம்களை அவற்றின் உயரத்திற்குத் தகுந்தவாறு வரிசையாக அடுக்கும் முறைக்கு இடியோகிராம் (idiogram) என்று பெயர்.

குரோமோனிமாவும் குரோமோனிமா வட்டமும் (Chromonema and Chromonema Cycle) : பெரும்பாலான குரோமோசோம்கள்

செல்பகுப்பின் மைய நிலை, பிரிநிலைகளில் ஒருங்கிணைந்த அமைப்புடன் காணப்படுகின்றன. பார்வைக்குரிய நுண்ணோக்கியில் (optical microscope) குரோமோசோம்கள் எத்தகைய சிறப்பு அமைப்பினையும் காட்டுவதில்லை. ஒருங்கிணைப்புக் குறைவான (less compact) நிலைகளில் குரோமோசோமில் ஒரு வளைந்த அமைப்புக் காணப்படுகிறது இந்த அமைப்பினை முதன்முதலில் பாரனெட்ஸ்கி (Baranetsky) என்பவர் 1880ஆம் ஆண்டில் கண்டார். வெய்டோவ்ஸ்கி (Vejdovsky) என்பவர் 1912ஆம் ஆண்டில் இவற்றிற்குக் குரோமோனீமா என்று பெயரிட்டார். வெந்நீர், அமில வாயுக்கள் (acid vapours), காரக் கரைசல்கள் (alkaline solutions), பொட்டாஷியம் சயனைடு (potassium cyanide) போன்ற பொருள்களினால் குரோமோசோம்களை ஈடுபடுத்திய பொழுது, அவற்றின் வளைந்த குரோமோனீமாப் பகுதிகள் தெளிவாகத் தெரியும். இம் முறையினால் மைடாஸிஸ், மியாஸிஸ் (meiosis) செல் பகுப்பின்போது காணும் குரோமோனீமா வட்டத்தை இம் முறையினால் அறியலாம்.

குரோமோனீமாவில் காணும் இழைகள் ஒன்று, இரண்டு அல்லது நான்காகக் காணப்படும். இதில் பல DNA துண்டு இழைகள் இருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. செல் பகுப்பின் போது குரோமோனீமாக்கள் குறிப்பிடத்தக்க முறையில் சுருள்களாகின்றன. இவை எவ்வாறு சுருள்களாகின்றன என்பதற்கு மூன்று விதமான விளக்கங்கள் கூறப்படுகின்றன.

1. மூலக்கூற்று மட்டத்தில் (molecular level) முறுக்கு (twisting) ஏற்படுவதனால், குரோமோனீமா இழைகளில் சுருள்கள் ஏற்படுகின்றன என்று ஸி. டி. டார்லிங்டன் (C. D. Darlington, 1955) கருதுகிறார். DNA மூலக்கூறு இரட்டிக்கும்போது, அதில் உள்ள இரட்டைச்சுருள் (double helices) சுருள்கள் அடையாததனால், குரோமோனீமா இழைகள் சுருள்கின்றன. குரோமோசோமில் பெரிய, சிறிய சுற்றுகள் ஏற்படுவதால் சுருள்கள் உண்டாகின்றன.

2. குரோமோசோம் தளத்தின் போக்கினால் சுருள்கள் உண்டாகின்றன என்று ஏ. எச். ஸ்பாரோ (A. H. Sparrow, 1942) கருதுகிறார்.

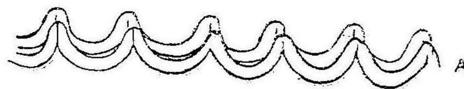
3. குரோமோசோம் தளம் சுருங்குவதனால் குரோமோனீமா இழையில் சுருள்கள் உண்டாகின்றன என்று எல். எம். ஹம்ப்ரி (L. M. Humphrey, 1934) கருதுகிறார். இம் முறையினால் குரோமோனீமா இழைகளின் நீளத்தில் மாறுதல் ஏற்படாது.

இம் மூன்று கருத்துகளில் முதற்கருத்து ஏற்புடையது.

சுருள்கள்: குரோமோனீமா இழைகளில் இரு விதமான சுருள்கள் காணப்படுகின்றன:

1. பாரானீமிக் சுற்றுகள் (paranemic coils). இதில் இழைகளைத் தனியாகப் பிரிக்கும் சுற்றுகள் உள்ளன.

2. பிளெக்டோனீமிக் சுற்றுகள் (plectonemic coils). இதில் உள்ள இழைகள் ஒன்றோடொன்று பிரிக்க முடியாதவாறு பின்னிப் பிணைந்திருக்கும்.





படம் 49. குரோமோனிமா இழைகளின் சுருள் வகை
A. பாரானிமிக் B. பிளெக்டோனிமிக்

மைடாடிக், மியாடிக் குரோமோசோம்களின் சுருள் முறை மாறுபட்டதாகக் குரோமோசோம்களின் நீளத்தினைப் பொறுத்து அமைந்திருக்கும். மியாடிக் குரோமோசோம்களில் இரு தெளிவான சுற்றுகள் உள்ளன. ஒன்றிற்குப் 'பெரிய சுற்று' (major coil) என்று பெயர். இதில் 10 முதல் 30 வளையங்கள் அமைந்திருக்கும். சிறிய சுற்றில் (minor coil) அதிகமான சுற்றுகள் காணப்படும். இவை பெரிய சுற்றுக்குச் செங்கோணத்தில் அமைந்திருக்கும். மைடாடிக் குரோமோசோம்களின் சுற்று அமைப்பு மியாடிக் குரோமோசோமின் பெரிய சுற்றினைப் போல் காணப்படும். இதற்குப் பொது அளவுச் சுற்று (standard coil) அல்லது உடலச் சுற்று (somatic coil) என்று பெயர்.

இடைநிலையில் உள்ள குரோமோசோம்கள் உச்ச அளவு நீளத்தை அடைகின்றன. இவை இங்கும் அங்கும் அகலமான வளைவுகளுடன் உள்ளன. இவற்றிற்கு 'உயர் சுற்றுகள்' (super coils) என்று பெயர். செல்பகுப்பின் முதல் நிலையில் ஒவ்வொரு குரோமோசோமிலும் இரு குரோமேடிட்டுகள் உள்ளன. இவை ஒன்றுக்கொன்று சுற்றியுள்ளன. முதல் நிலை இறுதியில் உடலச் சுற்று தோன்றுகிறது.

இப்பொழுது சுற்றில் உள்ள வளையங்கள் குறைந்து குரோமோசோம் நீளத்தில் குறைந்து, அகலத்தில் அதிகமாகிறது. செல்

பகுப்பின் மைய நிலையில் குரோமோசோம்கள் உச்ச அளவு சுருக்கத்துடன் உள்ளன.

செல்பகுப்பின் பிரிநிலைக்குப்பின் உடலச் சுற்று தளர்த்தப்படுகிறது ; அடுத்த செல் பகுப்பின்போது முன்பிருந்த சுற்றுகளைப் போல் எச்சச் சுற்றுகள் (relic coils) ஆகிவிடுகின்றன.

டிரில்லியம் கிராண்டிஃபுளோரம் (Trillium Grandifloram) செடியின் மகரந்தங்களின் மைடாஸிஸ் செல் பகுப்பின்போது உள்ள குரோமேடிட்டுகளின் நீளத்தையும், அவற்றின் சுற்றுகளையும் கீழ்க் காணும் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது :

	நிலை	குரோமேடிட் நீளம்	சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை
1.	60 சுற்றுகளின் ரெலிக் சுற்று	450—600	480—600
2.	முதல் நிலை	346	554
3.	மைய முதல் நிலை	202	242
4.	இறுதி முதல் நிலை	154	170
5.	மைய நிலை	77	130

யூகுரோமேடின், ஹிடெரோ குரோமேடின், குரோமோமியர்கள் (Euchromatin, Heterochromatin and Chromomeres) : இடைநிலையில் ஹிடெரோகுரோமேடின் என்ற குரோமோசோம் பகுதிகள் நீளத்தில் குறைந்து, குரோமோஸென்டர்கள் (chromocentres) அல்லது போலி நியூக்ளியோலஸ்கள் (false nucleoli) ஆகின்றன என்று ஹெயிட்ஸ் கூறுகிறார். இதே சமயத்தில் குரோமோசோமின் மீதிப் பகுதிகளில் சுற்றுகள் பிரிந்து, பெரிதாகின்றன. இப் பகுதிகளுக்கு யூகுரோமேடின்கள் என்று பெயர். ஹிடெரோகுரோமேடின் நியூக்ளியோலஸுடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டு ஃபியூலிஜென் சாயங்களை ஏற்கும் உறையாகிறது.

மைடாஸிஸ் செல்பகுப்பின்போது ஹிடெரோகுரோமேடிக் பகுதி, யூகுரோமேடிக் பகுதிகளைவிட அதிகமாக அல்லது குறை

வாகச் சாயங்களை ஏற்கும். அதிகமான சாயம் ஏற்றால் நேர் ஹிடெரோ பிக்னோஸிஸ் (positive hetero pyknosis) என்றும், குறைந்த அளவு சாயம் ஏற்றால் எதிர் ஹிடெரோ பிக்னோஸிஸ் (negative hetero pyknosis) என்றும் பெயர். இவ்விதமான ஹிடெரோ பிக்னோஸிஸ் பால் குரோமோசோம்களில் (sex chromosomes) குறிப்பாகக் காணப்படுகிறது. ஹிடெரோ பிக்னோஸிஸ் குரோமோசோம் நீளத்தில் ஒரு சிறு பகுதியிலோ, இடையிலோ காணப்படலாம். சில, குரோமோசோம்களின் நீள முழுவதிலும் காணப்படும். தேரையில் (Toad) உள்ள குரோமோசோமில் முதல் மியாடிப் பகுப்பின் மைய நிலையில் எதிர் ஹிடெரோ பிக்னோஸிஸ் காணப்படுகிறது.

பல செயல் முறை வழிகள் ஹிடெரோ பிக்னோடிக் துண்டுகளின் தோற்றத்திற்குக் காரணமாக உள்ளன. பகுப்படையும் செல்களில் குளிர்ச்சியினால் (cold) ஏற்படும் விளைவினை ஏ.எச். ஸ்பாரோ, எம்.ஜே. மோஸஸ், ஆர் ஜே. டுபோ (R. J. Dubow, *1952*) ஆகியவர்கள் ஆராய்ந்தார்கள். இம் முறையினால் உயிரினத்தின் குரோமோசோம்களின் ஹிடெரோகுரோமேடிக் பகுதிகளைக் கண்டறியலாம். செல்பகுப்பின்போது, குரோமோசோமின் தெளிவான பகுதிகளில் குறைந்த செறிவு நியூக்ளியக் அமிலம் காணப்பட்டது. இத்தகைய தெளிவான பகுதிகள் நிலைத்ததாக ஒவ்வொரு குரோமோசோம் தொகுதியிலும் காணப்பட்டன. குறைந்த வெப்ப நிலையினால் செல்பகுப்பின் முதல் நிலையில் ஹிடெரோ குரோமேடிக் பகுதிகள் குறுகி, உண்மையான குரோமோசென்டர்களைப் போலக் காட்சியளிக்கின்றன.

யூகுரோமேடின் பகுதியைவிட, ஹிடெரோகுரோமேடிக் பகுதியில் உள்ள DNA மாறும் நிலையில் (labile) உள்ளதாக ஸ்பாரோ, மோஸஸ், டுபோ, ஏ. பெனிடிச் (A. Benedich, *1952*), எல். எஃப். லாகூர் (L. F. Lacour), ஈ. எம். டீலி (E. M. Deeley), ஜே. சாயன் (J. Chayen, *1956*) ஆகியவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். ஹிடெரோ குரோமேடிக் பகுதியில் உள்ள குரோமோனீமா இழைகள் மாறுபட்ட சுற்று அமைப்பையோ அல்லது அடுக்கத்தையோ (packing) பெற்றிருக்கும்.

செல்பகுப்பின் முதல் நிலை, இடைநிலைகளில் காணப்படும் அடர்த்தியான ஓரே மாதிரியான பகுதிகளில் KCN (பொட்டாஷியம் சையனைடு) போன்ற சுற்று நீக்கும் காரணிகளைப் பயன்படுத்திக் குரோமோனீமா அமைப்பைக் காணலாம். இவ்விதமாக, குரோமோனீமா யூகுரோமேடிக் பகுதியிலிருந்து ஹிடெரோ குரோமேடிக் பகுதிவரை தொடர்ச்சியாக உள்ளது. எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் காணும்போது ஹிடெரோ குரோமேடிக் பகுதி

களில் நுண்ணிழைகள் (microfibrils) குரோமோசோமின் மற்றப் பகுதியைவிட மாறுபட்டு அதிகம் பெற்றிருக்கும்.

குரோமோமியர்கள் (Chromomeres) : மியாடிக் பகுப்பின் முதல் நிலையிலும், முன் மைடாடிக் பகுப்பின் முதல் நிலையிலும் குரோமோனிமாவில் தடித்த (thick) மெல்லிய (thin) பகுதிகள் மாறி மாறிக் காணப்படுகின்றன. குரோமோசோம் நீள முழுவதிலும் மணிகள் (beads) போன்ற பகுதிகள் காணப்படுகின்றன. இவை குரோமோமியர்கள் என்று சொல்லப்படும். குரோமோமியர்களுக்கு இடையேயுள்ள பகுதிகளுக்குக் குரோமோமியர் இடைப் பகுதிகள் (inter chromomeres) என்று பெயர். ஒவ்வொரு குரோமோசோமிலும் குரோமோமியர்களின் அமைவிடம் நிலையானது.

குரோமோசோம்களில் நீள்வரிசையில் அமைந்த துகள்களை குரோமோமியர்கள் என்று பால்பியானி (Balbiani, *1876*), ஃபிட்ஸ்னெர் (Fitzsner, *1881*) கண்டுபிடித்தார்கள். குரோமோமியர்களைப்பற்றி இருவிதமான கருத்துகள் உள்ளன :

1. அருகில் உள்ள குரோமோனிமா இழைகளைவிடப் பெரிய உருவமுடைய குரோமோமியர்கள் நியூக்ளியக் அமிலம் உண்டாவதற்கும், சேமிப்பதற்கும் உரிய இடங்களாகின்றன என்று ஜே. பெல்லிங் (J. Belling, *1928*), ஜி.பாண்டிகார்வோ (G. Panticorvo, *1944*), காஃப்மேன் (*1848*) ஆகியோர் கருதுகின்றனர்.

2. குரோமோசோம்களில் உள்ள குரோமோமியர்களில் ஜீன்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன என்று பெல்லிங், ரிஸ் முதலியவர்கள் கருதுகிறார்கள்.

குரோமோமியர்களின் அமைப்பியல் (Morphology of Chromomeres): குரோமோமியர்களின் அமைப்பினைப் பற்றிப் பல கருத்துகள் கூறப்படுகின்றன :

(a) குரோமோசோமில் நியூக்ளியோ புரதப் பொருள்கள் குவிதலால், குரோமோமியர்கள் உண்டாகின்றன.

(b) குரோமோசோம்களில் அடுக்கடுக்காக அமைந்த சுருள்களினால் குரோமோமியர்கள் உண்டாகின்றன. இக் கருத்து எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின்மூலம் குன்றல் பகுப்பின்போது லெப்டோடீன் (leptotene) இழைகளை ஆராய்ந்தபொழுது, அவை முன்னும் பின்னும் மடிக்கப்பட்டிருந்தமையைக் கண்டு உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது.

(c) குரோமோனீமா சுருள்களுக்கிடையே உள்ள உருவமற்ற தளங்கள் குரோமோமியர்களாக உள்ளன.

(d) குரோமோசோமைச் சுற்றியுள்ள சவ்வு.

இறுதியாகச் சொல்லிய இரு கருத்துகளும் எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி ஆய்வினால் எச். ரிஸ் என்பவராலும், ஈ. டி. ராபெர்டிஸ் (E. De Robertis, 1956) என்பவராலும் தவறானது என்று நிருபிக்கப்பட்டது.

குரோமோசோம்களின் வேதி இயல்பு (Chemical Composition of Chromosomes): குரோமோசோம்களில் DNA, RNA, ஹிஸ்டோன்கள் கீழ்க்காணும் விதமாக அமைந்துள்ளன:

டி ஆக்ஸிரிபோ நியூக்ளியோ புரதம்	90%
DNA	45%
ஹிஸ்டோன் புரதம்	45%

DNA-யும் ஹிஸ்டோன் புரதமும் போக எஞ்சியுள்ள குரோமோசோம் பொருள்களுக்கு எஞ்சிய குரோமோசோம் (residual chromosome) என்று பெயர். இதில் காணப்படும் பொருள்களாவன:

RNA	1 4%
DNA	0·3%
ஹிஸ்டோனில்லாத புரதம்	8·3%

குரோமோசோம்களில் கால்சியம், மக்னீஷியம், இரும்பு போன்ற கனிம அயனிகள் இருப்பதாக ஜே. பார்டன் (J. Barton, 1951), டி. மாஸியா (D. Mazia) என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள்.

குரோமோசோம்களின் அமைப்பு (Structure of Chromosomes): எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின்மூலம் குரோமோசோம்களை ஆராய்ந்து, அவற்றில் நுண்இழை அமைப்பு (micro-fibrillar structure) இருப்பதாக ஜே. ஜி. கால் (J. G. Gall, 1958), எம். ஜே. மோஸஸ் (1960), எச். ரிஸ் (1961), ஆர். சர்தர்த் (R. Chardard) ஆகியவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். ஒவ்வொரு நுண் இழையிலும் DNA இரட்டைச் சுருளும், அதனுடன் கூடிய புரதமும் உள்ளது. இழையின் விளிம்பில் DNA-யும், மையத்தில் புரதமும், விபிறும் உள்ளதாக பி. ஆர். நோபெல் (B. R. Nobel, 1962) கண்டுபிடித்தார்.

DNA புரதத்துடன் நுண் இழை முழுவதும் வியாபித்திருப்பதாக நோபெல். கால்மேன் (Coleman), மோஸஸ் (Moses, 1963)

ஆகியவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். நுண் இழையில் உள்ள இரட்டைச் சுருள்களில் ஒன்று பழையது என்றும், மற்றொன்று புதியது என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இக் கருத்து வாட்சன்-கிரிக் கண்டுபிடித்த DNA மாதிரி உருவத்திற்கு (Watson - Crick DNA Model) உடன்பாடாக உள்ளது.

சிறப்பு வாய்ந்த அல்லது மிகப் பெரிய குரோமோசோம்கள் (Special or Giant Chromosomes) ; சில உயிரினங்களின் வாழ்க்கை வட்டத்தில் உள்ள சில செல்களில் மிகப் பெரிய குரோமோசோம்கள் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய குரோமோசோம்கள் மிகப் பெரியவையாக உள்ளன. இதற்கேற்றவாறு இக் குரோமோசோம்கள் அமைந்த நியூக்ளியஸும் 'செல்'லும் பெரிதாக உள்ளன. டிப்டீரா (diptera) என்னும் தொகுதியில் உள்ள பூச்சிகளின் புழுப்பருவத்தில் (larva) இத்தகைய மிகப்பெரிய குரோமோசோம்கள் உள்ளன. இவற்றிற்குப் பாலிடீன்கள் (polytenes) என்று பெயர். இத்தகைய பெரிய குரோமோசோம்கள் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளில் (salivary glands) உள்ளன. முதுகு எலும்புள்ள, இல்லாத விலங்குகளில் (vertebrates and invertebrates) ஊஸிஸ்ட் (oocyst) செல்களில் மிகப் பெரிய லாம்ப்பிரஷ் குரோமோசோம்கள் (lampbrush chromosomes) காணப்படுகின்றன. இவற்றில் சேர்க்கை நடைபெறுவதனால் இவற்றைப்பற்றிய ஆய்வுகள் மேன்மேலும் நடைபெறுகின்றன.

பாலிடீன் குரோமோசோம்கள் (Polytene Chromosomes) : டிப்டீராக் கூட்டுப்புழுவின் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள் டிராகியா (trachea), மால்பீஜியன் குழாய்கள் (malpighian tubules) ஆகியவற்றில் இயல்பாக உள்ள உடலக் குரோமோசோம்களைவிட மாறுபட்ட அமைப்புடைய குரோமோசோம்கள் காணப்படுகின்றன. 1881ஆம் ஆண்டில் பால்பியானி என்பவர் இத்தகைய பாலிடீன் குரோமோசோம்களைக் கண்டுபிடித்தார். இதற்குப் பிறகு இவற்றின் செல்மரபியல் முக்கியத்துவத்தை (cytogenetic importance) 1930ஆம் ஆண்டில் காஸ்டாஃப் (Kostoff), பெயின்டர் (Painter), ஹெயிட்ஸ், பாயெர் (Bauer) முதலியவர்கள் உணர்ந்தார்கள்.

டிராசோஃபைலா மெலானோகாஸ்டர் (drosophila melanogaster பூச்சியில் பாலிடீன் குரோமோசோம்கள் இயல்பாக உள்ள குரோமோசோம்களைவிட 1000 மடங்கு பெரியவையாக இருந்தன. இயல்பாக உள்ள குரோமோசோம்களின் நீளம் 7·5 மைக்ரான்களாக இருக்கும்போது 4 ஜோடி பாலிடீன் குரோமோசோம்

களின் நீளம் 2000 மைக்ரான்களாக இருக்கிறது. இத்தகைய பாலிடீன் குரோமோசோம்களில் உள்ள DNA அளவு 1000 மடங்கு அதிகமாயுள்ளதென்று என். பி. குர்னிக் (N. B. Kurnick), ஐ. ஹெர்ஸ்கோவிட்ஸ் (I. Herskovitz, 1952) கண்டுபிடித்தார்கள். பாலிடீன் குரோமோசோம்களில் ஒத்த அமைப்புடையவை மியாடிக் செல் பகுப்பின் முதல் நிலையைப் போல் நெருக்கமாக இயைந்திருக்கும். இதற்கு உடல இணைவாதல் (somatic pairing) என்று பெயர்.

பாலிடீன் குரோமோசோம்கள் செல் மரபியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. இத்தகைய குரோமோசோம்களின் நீளம் முழுவதும் கருப்புப் பகுதிகளுடன் தெளிவான பகுதிகள் மாறி மாறி அமைந்துள்ளன. தெளிவான பகுதிகளுக்கு இடைப் பகுதிகள் (interbands) என்று பெயர். கருப்புப் பகுதிகள் சாயம் அதிகமாக ஏற்கின்றன. ஃபியூல்ஜென் சாயம் ஏற்பவை, புற ஊதா ஒளியை (ultra violet light) 2590 ஆ. நீளத்தில் உறிஞ்சுகின்றன. குரோமோசோம் விட்டம் முழுவதும் பல வட்டச் சிறு தகடுகள் அடுக்கியது போலக் காணப்படும். இவை டபுலெட்டுகளை (doublets) உண்டாக்குகின்றன.

இடைநிலைப் பகுதிகள் நுண் இழைகளைப் பெற்றுள்ளன. இவை கார சாயங்களையும், ஃபியூல்ஜென் சாயங்களையும் ஏற்ப தில்லை; புற ஊதா ஒளியினை உறிஞ்சுவதில்லை. இடைநிலைப் பகுதிகளின் எண்ணிக்கை, அமைவிடம், வியாபகம் முதலியவை ஒத்த அமைப்புடைய குரோமோசோம்களில் ஒரே மாதிரியாக உள்ளன. டிரோசோஃபைல வின் நான்கு குரோமோசோம் களில் 5000க்கு மேற்பட்ட பகுதிகள் உள்ளன.

உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளில் உள்ள மிகப் பெரிய குரோமோசோம்கள் பல வரிசைகளுடையவை ஒவ்வொரு குரோமோசோமிலும் நான்கு நார் இழைகள் (fibres) தோன்றி, இவை பலவாகி, கயிற்றில் இழைகள் அமைந்து இருப்பது போல் அமைக் கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு நார் இழையும் மெல்லியது அவை குரோமோனிமாக்களாகக் கருதப்படுகின்றன.

இழைகள் இரண்டாகப் பிரிவதற்கு எண்டோமைடாஸிஸ் (endomitosis) என்று பெயர்; சுமார் 9 முறை இரட்டிப்பாகின் றன. இதன்மூலம் 1000 நார் இழைகள் உண்டாகின்றன. பாலிடீன் குரோமோசோமின் நீளம் முதல்நிலையில் மைடாடிக் குரோமசோமின் நீளத்திற்கு ஒப்பாக அமைந்துள்ளது. குரோ

மோனீமாடா கருக்களாகஅடையாமல் நீண்டு இத்தகைய அமைப்பைப் பெற்றன என்று கருதுகிறார்கள். இத்தகைய பாலிடீன் குரோமோசோம்கள் பிரிந்த துணை அலகுகளாக மாறுகின்றன என்று எச். பாயெர் என்பவரும், டபுள்யூ. பீர்மேன் (W. Beermann, *1952*), எம். மெச்செல்க் (M. Mechelke, *1952*) ஆகியவர்களும் கண்டுபிடித்தார்கள். இக் கருத்தின்படி, இரட்டித்த குரோமோசோம்கள் அருகருகே இருப்பதனால், பட்டைப்பகுதிகள் உண்டாயின என்று கருதுகிறார்கள்.

புடைப்புகளும் பால்பியானி வளையங்களும் : (Puffs and Balbiani Rings) : சில பூச்சிகளின் புழுப்பருவத்தில் குரோமோசோம்களில் சில பகுதிகளில் அளவிலும், பட்டைப்பகுதிகளின் சுருங்கிய நிலையிலும் மாறுதல் ஏற்படுகிறது. அதனால் சில பகுதிகளில் வீக்கம் ஏற்படுகிறது. இதற்குப் 'புடைப்புகள்' என்று பெயர். இதனுடன் பால்பியானி வளையங்களும் காணப்படுகின்றன. இவை புடைப்புகளைவிடப் பெரியவையாக உள்ளன.

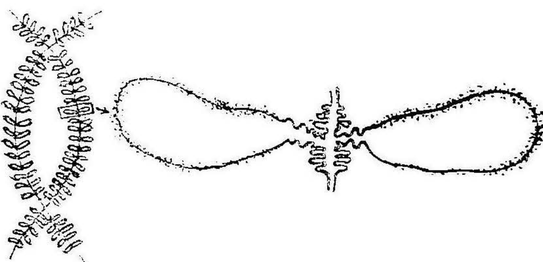
புடைப்புகள் உண்டாவது தனிப்பட்டைப்பகுதியில் ஏற்படலாம்; அல்லது அருகில் உள்ள பட்டைகளிலும் ஏற்படலாம் என்று ஸி. பாவன் (C. Paven, *1958*) கூறுகிறார். பால்பியானி வளையங்களினூடே செல்லும் குரோமோனிமாவைப் பக்கவாட்டில் இழுக்கும்போது பல வளையங்களுடன் கூடிய லாம்ப்பிரஷ் குரோமோசோம்களைப் போல் தோற்றமளிக்கின்றன. புடைப்புகள் உண்டாகும்போது RNA-யும் புரதங்களும் உண்டாகின்றன. DNA-யின் அளவும் அதிகரிப்பதாகச் சான்றுகள் உள்ளன.

புடைப்புகளும் பால்பியானி வளையங்களும் உண்டாவது மீள் தன்மையுடையவை. நியூக்ளியஸின் இடைநிலைப்பகுதியில் உள்ள குரோமோசோம்கள் நீளமாக இருந்து சேர்க்கைச் செயலில் ஈடுபட்டிருக்கும்போது எப்படி இருக்குமோ, அப்படி பாலிடீன் குரோமோசோம்கள் ஒரு மாதிரி உருவமாக அமைந்துள்ளன.

லாம்ப்பிரஷ் குரோமோசோம்கள் : இத்தகைய குரோமோசோம்களை *1892*ஆம் ஆண்டில் ரக்கெர்ட் (Ruckert) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். இவை பாலிடீன் குரோமோசோம்களைவிட நீளமானவை. இவை ஊஸிஸ்ட்டுகளில் முதல் மியாடிக் பகுப்பின் போது, நீட்டித்த டிப்ளோடீன் நிலையில் (extended diplotene phase) காணப்படுகின்றன. இந்த நிலையில் உச்ச அளவு சேர்க்கை நடைபெற்று 'யோக்' (yolk) உண்டாக்கப்படுகிறது. யூரோடீல் (urodele) ஊஸிஸ்ட்டுகளில் உள்ள குரோமோசோம் தொகுதிகளின் மொத்த நீளம் 5900 மைக்ரான்களாக உள்ளன என்றும், இவை பாலிடீன்

குரோமோசோம்களைவிட 3 மடங்கு நீளமானவை என்றும், டபிள்யூ. ஆர். டர்யீ (W. R. Duryee, 1950) என்பவரும், ஜே. ஜி. கால் (J. G. Gall, 1956) என்பவரும் கண்டுபிடித்தார்கள்.

லாம்ப்பிரஷ் குரோமோசோம்களின் வளர்ச்சி குரோமோனீமாடாவின் அளவு அதிகரித்ததனால் ஏற்படுகிறது. குரோமோசோம்களில் பல மெல்லிய பக்கவாட்டு நீட்சிகள் (projections) இருப்பதனால், சோதனைக்குழாய்களைக் (test tubes) கழுவும் பிரஷ் போலக் காணப்படுகிறது. இவ்விதமான குரோமோசோம்களின் மைய அச்சு 4 குரோமேட்டுகள் பல மெல்லிய பக்கவாட்டு நீட்சிகளுடன் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு பைவேலென்ட் குரோமோசோமிலும் (bivalent chromosome) இரு ஒத்த குரோமோசோம்கள் கையாஸ்மாடா (chiasmata) என்ற 'தொடுபுள்ளியில்' (contact point) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அச்சு, பல நுண் மணிகள் அதாவது குரோமோமியர்களுடனும் அவற்றுடன் கூடிய சிறு வளையங்களுடனும் இணையாக அமைந்துள்ளன.



படம். 50 லாம்ப்பிரஷ் குரோமோசோம்

ஒவ்வொரு சிறிய வளையமும் குரோமேடிட்டின் நீட்சிப்பகுதி என்று இப்பொழுது தெரிய வந்துள்ளது. வளையத்தில் புரதமும், RNA-யும் பூசப்பட்டுள்ளதாக ஜே.ஜி. கால் கூறுகிறார். அச்சில் குரோமோனீமாடா நெருக்கமாகச் சுற்றியுள்ள பகுதியில் குரோமோமியர்கள் காணப்படுகின்றன என்று எச். ரிஸ் கண்டுபிடித்தார். அச்சும் குரோமோமியர்களும் ஃபியூல்ஜென் சோதனைக்குப் பதில் அளிப்பவை ; ஆனால், வளையங்களில் முக்கியமாக RNA-யும் புரதமும் உள்ளன.

வளையங்களில் பொருள்கள் உண்டாக்கப்பட்டு, நியூக்ளியோபிளாசத்தினுள் விடுவிக்கப்படுகின்றன. இப் பணியினால் வளையங்

களும் பாலிடீன் குரோமோசோம்களும் ஒப்பிடப்படுகின்றன. புடைப்புகளிலும், பால்பியானி வளையங்களிலும் ஒப்புமை அதிகமாக உள்ளன. இவ்விரு பகுதிகளிலும் லாம்ப்பிரஷ் குரோமோசோமின் வளையங்களிலும் பொருள்கள் உண்டாக்கப்பட்டு நியூக்ளியஸிலும் சைட்டோபிளாசத்திலும் விடுவிக்கப்படுகின்றன. இவை ஊஸிஸ்ட்டுகளின் வளர்முறையின் ஒரு நிலையில் நியூக்ளியஸின் சிறப்பு வாய்ந்த செயலியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த பகுதியாக உள்ளது. லாம்பிரஷ் குரோமோசோம்களின் அளவு பின்னால் முதல்நிலையின்போது குறைவதிலிருந்து அதிலிருந்த பொருள்கள் நீங்கிவிடுகின்றன.

ஒரு குரோமோசோமில் உள்ள குரோமோனீமாவின் நீளம் 5 சென்டிமீட்டராகவும், DNA-யின் நீளம் 90 சென்டிமீட்டராகவும் இருப்பதிலிருந்து ஒவ்வொரு லாம்ப்பிரஷ் குரோமோசோமிலும் DNA இழைகள் இருப்பதாக ஊகிக்கப்படுகிறது.

21. செயலியல் வரலாறும் வளர்ச்சியும்

(History and Development of Physiology)

(1) தாவரங்களும் நீரும் கரைபொருள்களும்

'தாவரங்களும் விலங்குகளைப் போன்ற அமைப்புகள் உடையவை. தாவரங்களும் விலங்குகளைப் போலவே எல்லாச் செயல்களையும் செய்கின்றன' என்று பழங்கால அறிஞர்கள் எண்ணினார்கள். இதற்குப் பிறகு தாவரங்களின் உள்ளமைப்பியலில் பல புதிய உண்மைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. 'தாவர உறுப்புகளும், அவற்றில் உள்ள திசுக்களும் விலங்குகளினின்றும் பெரிதும் மாறுபட்டவை. தாவர விலங்குகளின் செயலியல் தன்மைகளில் அடிப்படையான வேற்றுமைகள் உள்ளன' என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

தாவரங்களின் வாழ்க்கைக்கு நீர் மிகவும் தேவையானது எனப் பழங்காலம் முதற்கொண்டே அறிஞர்கள் அறிந்திருந்தார்கள். இக் கருத்தினைத் தீவிரமாக ஆதரித்த அறிஞர்களுள் முக்கியமானவர்கள் மால்பிஜி, குரு, ஹால்ஸ் என்பவராவர். இவர்களில் மால்பீஜி என்பவரும், குரு என்பவரும் தாவர உள்ளமைப்பியலில் காணப்படும் திசுக்களைப்பற்றி ஆராய்ந்து அறிந்தவர்களாக இருந்தனர். தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு நீர் இன்றியமையாதது என்றும், தாவரங்கள் எத்தகைய செயலியல் வேலைகளுக்கு நீரினை நயப்புள்ளன என்றும் ஆராய்ந்தார்கள்.

விலங்குகளில் இரத்தம் இயங்குவதற்கும், தாவரங்களில் நீர் இயங்குவதற்கும் 19ஆம் நூற்றாண்டில் ஒற்றுமை இருப்பதாக எண்ணினார்கள். தாமஸ் ஆண்ட்ரு நைட் (Thomas Andrew Knight) என்பவர் மரங்களில் புறணியையும் (cortex), பட்டையையும் (bark) வெட்டிய பின்னரும் சாறு ஏறுவதையும் (ascent of sap), இறங்குவதையும் (descent) ஆராய்ந்தார். மரங்களில் சாறு கீழி

றங்குவது புறணியின் வழியாக நடைபெறுகின்றது என்றும், மேலே செல்லும் சாறு கட்டையின் (wood) விளிம்பு பகுதியில் உள்ள வெண்மையான பகுதியில் (alburnum) நடைபெறுகிறதென்றும் நம்பினர்.

1826ஆம் ஆண்டில் சாறேற்றத்தைப்பற்றி ஆராய்ச்சி செய்த டுட்ராச்செட் (Dutrochet) என்னும் அறிஞர் அகச்சவ்வூடு பரவுதலையும் (endosmosis), அதன்மூலம் நீர் எவ்வாறு உறிஞ்சப்படுகிறது என்பதையும் விவரித்தார். 1828ஆம் ஆண்டில் சவ்வூடு பரவுதல் எவ்விதம் செயலியல் மாறுபாடாகச் (physiological reaction) செயல்படுகிறதென்பதை விவரித்தார்; திரவங்களின் சவ்வூடு பரவல் பரிமாற்றத்தினால் (osmotic exchange) செல்லின் உப்பிய நிலை (turgidity) மாறுகிறதென்றும் விவரித்தார். இவர் தாவரங்களில் நிகழும் சவ்வூடு பரவலினை அளக்க ஆஸ்மாமீட்டர் (osmometer) என்ற கருவியினைக் கண்டுபிடித்தார். காரா (chara) என்னும் பசும்பாசியில் (chlorophyceae) எவ்விதம் சைட்டோபிளாச இடப்பெயர்ச்சி (cytoplasmic translocation) நடைபெறுகிறதென்பதையும், இலைகள் சாறு ஏற்றத்தினையும், சாறு இறங்குவதையும் எவ்வாறு கட்டுப்படுத்துகின்றன என்பதையும் கண்டறிந்தார். டுட்ராச்செட் என்ற இவ்வறிஞரது ஆராய்ச்சிகளை மெச்சும் வகையில் இவரைத் 'தாவரச் செயலியலின் தந்தை' (Father of Plant Physiology) என்று அழைக்கலாம்.

19ஆம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் மரங்களின் உள்ளமைப்பியலும், செயலியலும் இணைந்து ஆராயப்பட்டன. அகஸ்டின் பி. டி. கண்டோல் (Augustine P. De. Candolle) என்பவர், வேர் முனையில் கடற்பஞ்சு (spongiole) போன்றதோர் அமைப்பு உள்ளதென்றும், அது சுருங்கி விரிவதால் அதைச் சுற்றியுள்ள நீரை வேர்கள் உறிஞ்சுகின்றன என்றும் தம் கருத்தைத் தெரிவித்தார்; கடற்பஞ்சு (sponge) போன்ற வேர் முனைகளின் உறிஞ்சு ஆற்றல், அவற்றின் உயிர் செயல் ஏற்றுத்திறன் (capillarity), குறிப்பாகத் தாவரத் திசுக்களில் காணும் நீர் உறிஞ்சு ஆற்றல் (hygroscopic attraction) இவற்றைப் பொறுத்தது என்றார். தாவர வேர்கள் கரைபொருள்களைவிட (solutes) அதிக அளவினாலாகிய நீரை உறிஞ்சிக்கொள்ளுகின்றன என்பது டி சாசூர் (De Sassure) என்பவரது கருத்தாகும். இக் கருத்தினை டி கண்டோல் ஆதரித்தார். இலைகள் நீரை உறிஞ்சுகின்றன என்றும், அளவிற்கு அதிகமாக உள்ள நீரை ஆவியாக வளி மண்டலத்திற்கு (atmosphere) அனுப்புகிறதென்றும், இதனால் சாறேற்றம் நடைபெறுவது சாத்தியமாகிறது என்றும் இவர் கருதினர்; தாவரங்களில் உள்ள உயிர்ச்

செல்களின் (living cells) உயிர்ப்புச் செயலால் (vital action) நீர் கிடைமட்டமாக (horizantal) வேர்த்தூவியிலிருந்து மையத்தில் உள்ள சைலம் ((xylem)) பகுதியை நோக்கி நகருகிறதென்றும் கண்டார்.

மேயன் (Mayen) என்பவரும், டி. கண்டோல் என்பவரும் கொண்ட ஸ்பான்ஜியோல் கொள்கையினை மறுத்தார்; தாவரங்களில் நீர்மங்கள் (liquids) உறிஞ்சப்படுவதற்கும் இடப்பெயர்ச்சிக்கும் அறிஞர் துட்ராச்செட் கொண்ட சவ்வூடு பரவல் கொள்கையே சிறந்ததெனக் கருதினர்.

1800-க்கும் 1850-க்கும் இடைப்பட்டதுமான காலத்தில் உண்மை நிலையான இயற்கைத் தத்துவம் (natural philosophy) முதலில் ஜெர்மன் நாட்டிலும், பிறகு மற்ற நாடுகளிலும் தோன்றி வளர ஆரம்பித்தது. உயிர்ப்பொருள் என்பது பல இயற்பியல் வேதிப்பண்புகளைக் கொண்டது என்ற கண்டுபிடிப்பு இதற்குமுன் நிலவிய பல மூடக் கருத்துகளை விரட்டியடித்தது.

செல் சவ்வில் (cell membrane) துளைகள் (pores) இல்லையென்றும், அதில் கரையக் கூடிய பொருள்களே செல்லினுள் உறிஞ்சப்படுகின்றன என்றும் ஹியூகோ வான் மோல் (Hugo Van Mohl) தெரிவித்தார். இவர்தான் அகச்சவ்வூடு பரவல்பற்றிய உண்மையான விளக்கத்தினைத் தந்தார்.

நீர் உறிஞ்சும் செயலில் வேர்த்தூவிகளின் (root hairs) பங்கை, சாக்ஸ் (sachs) என்பவர் கண்டறிந்தார். வேர்த்தூவிகள் வேர் முனைகளுக்குச் சிறிது தள்ளி அமைந்திருக்கின்றன. வேர்த்தூவிகளைச் சுற்றிலும் மண்துகள்கள் (soil particles), கனிமத்துகள்கள் (mineral particles), அங்ககப் பொருள்கள் (organic matters) காணப்படுகின்றன. இத் துகள்களுக்கிடையேயும், துகள்களைச் சுற்றியும் நீர் ஒரு மெல்லிய படிவமாக (thin film of water) காணப்படுகிறது. இந் நீர் அகச் சவ்வூடு பரவலின்மூலம் வேர்த்தூவிகளால் வேர்களினுள் உறிஞ்சப்படுகிறதென்று சாக்ஸ் கருதினார். இவரது மற்றக் கருத்துகளாவன: ஆவிப்போக்கு வீதம் (transpiration rate) தாவரத்தில் மேல் நோக்கிய நீர் இடப்பெயர்ச்சியை அதாவது சாறு ஏற்றத்தினைப் பாதிக்கிறது. ஆவிப்போக்கின்மூலம் இழந்த நீரினை இந் நீர் சரிப்படுத்துகிறது. சைலம் சுவர்கள்

உள்ளீர்த்தலால் தாவரங்களின் நீரின் இடப்பெயர்ச்சி நடைபெறுகிறது. இச் செயலுக்கு உயிருடைய செல்களின் துணை தேவையில்லை. இச் செயல் செல் குழைவுகளில் (cell cavities) நடைபெறுவதில்லை. மரத்தின் கட்டையில் பல செல் அடுக்குகள் உள்ளன. இச் செல்களின் சுவர்களில் உள்ளீர்த்த நீர் (imbibed water) உள்ளது. இவற்றில் நீர் உறிஞ்சியதற்குத் தகுந்தவாறு இவற்றில் உட்பிய நிலை ஏற்படுகிறது.

செல் சுவர்களில் நுண்துளைகள் இல்லாததனால் நீர்மமோ (liquid), காற்றோ தேரிடையாகப் புக முடியாது. நீர் கடத்தும் குழாய்கள் நன்றாக வறண்டு விட்டால், நிலையாகத் தமது நீர் கடத்தும் ஆற்றலை (power of conduction) இழந்து விடுகின்றன. மரக்கட்டையில் ஆவிப்போக்கின் இயக்கத்தினைப் புரியாத சில காரணிகள் நிர்ணயிக்கின்றன. காலப்போக்கில் கட்டை (wood) வைரம் பாய்ந்ததாக (heartwood) மாறும்பொழுது நீர் உறிஞ்சும் ஆற்றலை இழந்து விடுகிறது. இச் சமயத்தில் நீர் கட்டையின் விளிம்பு பகுதியில் உள்ள வெண்கட்டையின் (Alburnum) வழியாகச் செல்லுகிறது.

சைலம் குழாய்களின் சுவர்களின்மூலம் சாறேற்றம் நடைபெறுவதில்லை என்று எல்ஃப்விங் (Elfving) என்பவரும், வெஸ்க் (Vesque) என்பவரும் தெரிவித்தார்கள்; சைலம் குழாய்களைச் செயற்கையாக அடைத்தபொழுது சாறேற்றம் தடைபடுவதைக் கண்டார்கள்.

உயிரியக் கொள்கைகள் : உருஷிய நாட்டு அறிஞரான கோத்லவஸ்கி (Godlawski, *1884*) என்பவர் உயிருள்ள செல்களின் செயல்களினால் சாறேற்றம் நடைபெறுகிறது என்று கருதினார். இதற்கு 'உயிரியக் கொள்கை' (Vitalistic Theory) என்று பெயர். சைலத்தை அடுத்துள்ள உயிருள்ள செல்களின் இயக்கத்தினால் சாறேற்றம் நடைபெறுகிறது என்பது இவரது கருத்து. மரங்களில் சைலம் பகுதிக்கு அண்மையில் உள்ள மெடுல்லரி ரே பாரென்கைமா செல்கள் (medullary ray parenchyma cells) நீரினால் நிரம்பப்பெறுகிறது. பிறகு செல்லில் உள்ள பிளாஸ்மா சவ்வின் (palsma membrane) செலுத்துதிறன் (permeablity) மாறுதல் அடைவதனால் இந்த உயிருள்ள செல்கள் சைலத்தினுள் நீரை ஆற்றலுடன் (with a force) நுழையச் செய்கின்றன. சைலத்தின் அடிப்பகுதியில் காற்றழுத்தம் அதிகமாக இருப்பதனால், நீர் கீழ்நோக்கி இறங்காமல் மேல்நோக்கிச் செல்லுகின்றது. ஆரப்போக்கில் (radial) அமைந்த விளிம்புடைக் குழிகள் (bordered pits) தண்டினுள் நீர்

மாடிப்படிகளில் செல்லுவதைப் போல் செல்லும் இயக்கத்திற்கு வகை செய்கின்றன. மற்றும் ஆரப்போக்கில் அமைந்துள்ள மெடுல்லரி ரேயில் உள்ள செல் இடைவெளிப் பகுதிகளில் (intercelluar spaces) உயிருள்ள செல்கள் சுவாசித்தலுக்கு அவசியமான வாயுப்பரிமாற்றத்திற்கு (exchange of gas) வழி வகுக்கிறது. இக் கொள்கையினை வெஸ்டெர்மையர் (Westermaier) என்பவரும், ஜோன்ஸ் (Jones) என்பவரும் ஆதரித்தனர்.

உயிரீயக் கொள்கையினை ஆதரித்தவர்களுள் சிறப்பானவர் நம் நாட்டைச் சேர்ந்த சர். ஜகதீஸ் சந்திர போஸ் (Sir Jagadish Chandra Bose) என்பவரும் ஒருவர். இவர் இயற்கையில் ஓர் இயற்பியல் அறிஞர். இவர் தாவரங்களின் இயக்கங்களைப்பற்றி வெகுவாக ஆராய்ந்தார்; எண்டோடெர்மிசை (endodermis) அடுத்துள்ள புறணி அடுக்கில் (cortex layer) உள்ள செல் சுவர்கள் சுருங்கி விரிவதால் சாறேற்றம் நடைபெறுகிறது என்று நினைத்தார்; இதை உறுதிப்படுத்தும் முறையிலான ஒரு மின்சாரக் கருவியை (electrical apparatus) உருவாக்கினர். இக் கருவியில் ஒரு மின் ஊசி உண்டு. தண்டில் உள்ள பல செல் அடுக்குகளையும் இம் மின்சாரக் கருவியை இயக்கச் செய்து ஆராயும்போது எண்டோடெர்மிசை அடுத்த உட்புறணி (inner cortex) செல்களில் ஒரு அடிப்பு (pulsation) இருப்பதை மின் ஊசி காட்டிற்று. இதனால் இச் செல் அடுக்கே சாறேற்றத்திற்குப் பயன்படுகின்றது என்று நினைத்தார். இவர் செய்த சோதனையை மற்ற அறிவியலறிஞர்கள் திருப்பச் செய்ய முயன்றபொழுது, அந்த விதமான மின் ஊசித் துடிப்பை அவர்களால் காண முடியவில்லை. எனவே, மற்ற அறிவியலறிஞர்கள் இவருடைய கொள்கையினை ஒப்புக்கொள்ளவில்லை.

உயிரீயக் கொள்கைகள் எடார்டு ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் செய்த சோதனைகளால் எளிதில் தள்ளுபடி செய்யப்பட்டன; சாறேற்றத்திற்கு உயிரீய ஆற்றல் காரணம் அல்லவென்றும், இயற்பியல் ஆற்றலே காரணம் என்றும் உறுதியாக நிரூபித்தார். 90°C வெப்ப நிலையினாலோ, அல்லது நச்சுப் பொருள்களான (toxic substances) காப்பர் சல்ஃபேட் (copper sulphate), ஆல்கஹால் (alcohol), பிக்ரிக் அமிலம் (picric acid) போன்றவற்றால் 30 அடிகளுக்கு உயரமாக வளர்ந்துள்ள மரங்களின் அடிப்பகுதியில் உள்ள உயிர் செல்களையெல்லாம் கொன்ற பின்பும், சாறேற்றம் நடைபெறுவதைக் கண்டார். இவருடைய பரிசோதனைகள் உயிரீயக் கொள்கைகளை உயிரிழக்கச் செய்தன. சைலம் குழாய்களின்மூலம் நீர் செல்லுகிறது என்று பரிசோதனையின்மூலம் நிரூபித்தார்; தண்டின் அடிப்

பகுதியினை வெட்டி, அதில் ஜிலேடின் (gelatin), பாரஃபின் (paraffin) போன்றவற்றைச் செலுத்தித் தண்டில் உள்ள குழாய்களை அடைத்த பிறகு, அவற்றின் வழியாகச் சாறேற்றம் நடைபெறுவதனால், தண்டு நுனியில் உள்ள இலைகள் வாடி விழுகின்றன என்று நிருபித்தார். நுண்துளைகளின் வழியாக நீர் செல்லுகிறதென்று ஜே போம் (J Bohm) என்பவர் கருதினார்.

கூட்டிணைவுக் கொள்கை : மேற்கண்ட கொள்கைகளுக்கெல்லாம் முடிவு கட்டும்படியானதாகவும், தீர்வு காணக் கூடியதுமானதாகவுமுள்ள ஒரு கொள்கையினை டிக்ஸன் (Dixon) என்பவரும், ஜாலி (Joly) என்பவரும் சேர்ந்து உருவாக்கினார்கள். இதற்குக் 'கூட்டிணைவுக் கொள்கை' (Cohesion Theory) என்று பெயர். இக் கொள்கையின் சாரமாவது :

'தண்ணீரின் மூலக்கூறுகளிடையே ஓர் ஈர்ப்பு ஆற்றல் (attractive force) உள்ளது. ஒத்த மூலக்கூறுகளுக்கிடையே (similar molecules) காணும் இந்த ஈர்ப்பு ஆற்றலுக்குக் கூட்டிணைவு என்று பெயர். இந்த ஈர்ப்பு ஆற்றலினாலேயே தண்ணீர் சாதாரண வெப்ப நிலையிலும் நீர்ம நிலையிலேயே (liquid state) உள்ளது. இந்த வகை கூட்டிணைவுள்ள தண்ணீர் குறுகலான (narrow) சைலம் குழாய்களில் ஒரு தொடர்ச்சியான கம்பம் (continuous column) போல் அமைந்துள்ளது. வேரிலிருந்து தண்டு, இலைகள் வரையிலும் இந்த நீர்த்தம்பம் தடையின்றி, ஒரே அமைப்பாகக் காணப்படுகிறது. இலையில் சிறப்பாக நீராவிப்போக்கு (transpiration) நடைபெற்று, அதனால் நீர் விரயமாகிறது. இந்த நீர் இழப்பினை (loss of water) ஈடு செய்வதற்காக இலைகளிலிருந்து 'ஆவிப் போக்கு இழுப்பு' (transpiration pull) ஏற்படுகிறது. இதனால் வேர்த்தூவியிலிருந்து இலையை நோக்கித் தண்ணீர் நகர்ந்து தொடர்ச்சியான சாறேற்றம் நடைபெறுகிறது. இக் கொள்கையினைப் பரிசோதனைமூலம் டிக்ஸன், ஜாலி என்பவர்கள் நிருபித்தார்கள்.

இயற்பியல் அறிஞர்கள் நீரின் கூட்டிணைவு ஆற்றலை 10 முதல் 150 வளி மண்டல அழுத்தம் (atmospheric pressure) பெற்றுள்ளது என்று கணக்கிட்டுள்ளார்கள். தண்டில் உள்ள நீரின் கூட்டிணைவு 100 வளி மண்டல அழுத்தம் பெற்றுள்ளது என்று டிக்ஸன், ஜாலி என்பவர்கள் கணக்கிட்டுள்ளார்கள்

டிக்ஸன், ஜாலி என்பவர்கள் உருவாக்கிய கூட்டிணைவுக் கொள்கைக்கு முதலில் பல மறுப்புகள் (objections) கூறப்பட்டன.

சாறேற்றம் நடைபெறும் சைலம் பாதையில் காற்றுக்குமிழிகள் (air bubbles) வந்தடைந்தால் சாறேற்றம் நடைபெறும் என்ற மறுப்புக் கூறப்பட்டது. சைலம் பகுதியினைத் துண்டித்தாலன்றிக் காற்றுக்குமிழிகள் புகுவதற்கு இடமில்லை என்ற மறுப்பினுக்கு விடையளிக்கப்பட்டது. டிக்ஸன், ஜாலி என்பவர்கள் பால்சம் (Impatiens), டிராடெஸ்கான்ஷியா (tradescantia) போன்ற சிறு செடிகளில் நீராவிப்போக்கு அதிக அளவில் நடைபெற்றுக் கொண்டிருந்தாலும், குறைந்த அளவே நீர் வழங்கப்பட்டபோதும் நீர்த்தம்பம் தொடர்ச்சியாகவே உள்ளது என்று நேரிடையாக நுண்ணோக்கியால் காணும்படி செய்தனர்.

செடியின் மேற்பகுதியைத் தண்ணீரில் அமிழ்த்தி, அப் பகுதியினை வெட்டியெடுத்தால், சைலத்தில் உள்ள நீரின் அளவு குறைகிறது. அத்துடன் சைலம் வெசல்களில் (xylem vessels) ஏற்பட்ட விறைப்புத்தன்மை (tension) அவற்றைச் சுருங்கச் செய்கின்றன என்று ரென்னர் (Renner, 1911) என்பவர் கருதினர். இவருடைய கருத்தினை போட் (Bode) என்பவர் ஆதரித்தார்; தாவரத்தின் மேற்பகுதியை வெட்டியெடுத்த பின் அதன் விட்டம் (diameter) அதிகமாவதை நேரிடையாக நுண்ணோக்கியைக்கொண்டு பார்த்தார்; தண்டுகளைக் கொதிக்கும் நீரில் 15 நிமிஷம் ஆழ்த்தியதனால் அவற்றின் உயிர்செல்களை இறக்கச் செய்தார். இப்பொழுதும் உயிருள்ள தண்டுகளில் நடைபெறுவதைப் போன்ற சாறேற்றம் நடைபெற்றது. இதனால் சாறேற்றத்திற்கு உயிருள்ள செல்களின் உதவி தேவையில்லை என்பது தெளிவாகிறது. கூட்டிணைவுக் கொள்கையை எதிர்த்தவர்கள் உயிருள்ள செல்கள் சுருங்கி விரிவதனால்தான் சாறேற்றம் நடைபெறுகிறது என்று நம்பியவர்களுக்கு போட் என்பவர் செய்த பரிசோதனை விடையளிக்கும்வண்ணம் அமைந்துள்ளது. சாற்றுக்குழாய்களில் (vascular elements) ஒரு விறைப்பு நிலை உள்ளது என்ற டிக்ஸனின் கருத்தினை ஆதரிக்கும் வகையில் மக் டகல் (Mac Dougal) என்பவர் ஒரு கருவியின்மூலம் பரிசோதனை செய்து நிரூபித்தார். உச்ச அளவிலான (maximum) ஆவிப்போக்குச் செயல் ஏற்படும்பொழுதும், அதற்குப் பின்னர் குறைவான நீரிழப்பு ஏற்படும்பொழுதும் மரத்தண்டில் ஏற்படும் சுருக்கத்தை (shrinkage) இந்தக் கருவி வரைபடத்தின்மூலம் காண்பிக்கும். இளம், முதிர்ந்த மரங்களின் விட்டத்தில் இரவு பகலால் ஏற்படும் மாறுபாடுகளை மக் டகல் (1929) விவரித்தார்; இவ்வித மாறுபாடுகளின்போது நீராவிப்போக்கு இழுவிசையினால் நீர்த்தம்பத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்களையும் விவரித்தார்.

தாவரங்களில் ஏற்படும் சாறேற்றத்திற்கு உறிஞ்சு அழுத்தம் suction pressure) ஒரு காரணியாக இருக்கலாம் என்று உர்ஸ்பிரங்

(Ursprang) என்பவரும், அவரது தோழர்களும் ஆராய்ந்தார்கள். சவ்வூடுபரவல் அழுத்தத்திற்கும் (osmotic pressure) செல்சுவரின் இழுவிசைக்கும் (tension) ஒரு சமன்பாடு (equilibrium) இருப்பதை டி விரிஸ் (De Vries) என்பவரும், பெஃபெர் என்பவரும் அறிந்து தாவரங்களில் நடைபெறும் பல செயல்களுக்கும் செல்லின் விறைப்புத்தன்மை எவ்வாறு முக்கியமானது என்பதை உணர்த்தினார்கள்.

சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் என்பது கரைசலுக்கும் (solution) கரைபொருளுக்கும் (solvent) உள்ள வேறுபாடே என்று உர்ஸ்பிரங் கருதினார். இவ் வேறுபாட்டினால் கரைபொருள் இரு திசைகளிலும் செல்லாதவாறே ஒரு சமன்பாட்டு நிலையை உண்டாக்குகிறது. இதற்கு முன்னர் ஆய்ந்த அறிஞர்கள் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தத்தினால் மட்டும் செல்கள் நீரினை உறிஞ்சுகின்றன என எண்ணினார்கள், ஆனால் உர்ஸ்பிரங்கும், அவரது தோழர்களும் மேலே சொல்லிய சமன்பாட்டினால் செல்கள் நீரினை உறிஞ்சுகின்றன என்று கருதினார்கள். செல் விரிவடையும் நிலையில் தண்ணீர் ஆற்றலுடன் உள் நுழைகிறது. செல்லில் ஏற்படும் இந்த ஆற்றலுக்கு உர்ஸ்பிரங் என்பவர் உறிஞ்சு ஆற்றல் (suction force) அல்லது உறிஞ்சு அழுத்தம் (suction pressure) என்று பெயரிடுகிறார்; செல்லின் உறிஞ்சு ஆற்றலைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டின்மூலம் விளக்குகிறார்:

செல்லின் உறிஞ்சு ஆற்றல் = செல்சாற்றின் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் — செல்சுவர் அழுத்தம்

கரைபொருள்களின் இடப்பெயர்ச்சி (Solute Transport) : நீராவிப்போக்கினால் நீரிழப்பு ஏற்படுவதைச் சரிக்கட்ட வேர்கள் மேலும் மேலும் நீரை உறிஞ்சுகின்றன. இதனால் கரைபொருள்களும் வேர்களினுள் உறிஞ்சப்படுகின்றன.

இப் பிரச்சினை, 19ஆம் நூற்றாண்டின் மத்தியக் காலம் வரையிலும் எவராலும் ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்படாமலிருந்தது. இக் காலம் வரை தாவரச்செயல்களும் விலங்குகளின் செயலியல் தன்மைகளை ஒத்தவை என்ற அரிஸ்டாட்டிலின் கருத்தே நிலவி வந்தது.

மால்பிஜி, ஹேல்ஸ் (Hales), நைட் (Knight) என்ற அறிஞர்கள் வளையச் சோதனைகள் (ringing experiments) செய்து, பட்டைத் திசுவிற்கும் (bark tissue) தாவரத்தின் அங்கக ஊட்டப்பொருளுக்கும் (organic nutrition) ஓர் உறவுமுறை உள்ளதெனக் கருதினார்கள்.

இப் பிரச்சினையின் முன்னேற்றம் 1837ஆம் ஆண்டில் ஹார்டிக் (Hartig) என்பவரால் உண்டாயிற்று. இவர் உளையச் சோதனைகள் செய்தும், உள்ளமைப்பியலை ஆராய்ந்தும், ஃபுளோயம் வடிதலை (phloem exudation) ஆராய்ந்து, பல வழிகளில் இப் பிரச்சினையை அணுகினார். புளோயத்தில் உள்ள சல்லடைக்குழாய்கள் (sieve tubes), கரைபொருள்களை வேகமாகக் கடத்தக் கூடிய துளைகளைப் பெற்றுக் கடத்தலுக்குத் தகுதி வாய்ந்த திசுவாக விளங்குகிறது என்று கருதினார். செறிவு (concentration) மிகுந்துள்ள இடத்திலிருந்து செறிவு குறைவான இடத்திற்குப் பரவுதலினால் கரைபொருள் நகர்வு நடைபெறுகிறதென்று சாக்ஸ் என்பவர் கருதினார். திசுக்களின் அழுத்தமும், விறைப்புத் தன்மையும் இதற்கு உதவி புரிகின்றன. அழுத்தச் சமமின்மையினாலும் (unequal pressure) காற்று விளைவித்த மாற்றங்களினாலும் புளோயம் சல்லடைக்குழாய்களிலும், லேடிசிஃபெரஸ் குழல்களிலும் (laticiferous vessels) பொருள்களின் மொத்தமான இடப்பெயர்ச்சி நடைபெறுகிறதென்றும் கருதினார். கரைபொருள்களின் மூலக்கூற்றுப் பரவுதல் அவற்றிற்கு இணையான தண்ணீர் ஓட்டமில்லாமல் நடைபெறலாம். ஆனால், மொத்த ஓட்டத்தினால் நீரும் கரைபொருள்களும் இயங்குகின்றன என்று சாக்ஸ் எண்ணினார்.

உயிருள்ள புரோடோபிளாசம் செல்லின் செலுத்துதிறனை (permeablity) நிர்ணயிக்கிறது. செல்களுக்கிடையே கரைபொருள்கள் பிளாஸ்மோடெஸ்மாடா (plasmodesmata) வழியாகச் செல்லுகின்றன என்றும் டெஃபெர் (1876) கருதினார். புரோடோபிளாச ஓட்டம் (streaming movement of protoplasm) கரைபொருள்களை ஒரே சீராகப் பல செல்களிலும் பரவும்படி செய்து, அவற்றின் இடப்பெயர்ச்சிக்கு உதவுகிறது. அனங்ககப் பொருள்கள் ஆவிப்போக்கு நீரோட்டத்துடன் (transpiration stream) மேல்நோக்கிச் செல்லுவதாக இவர் எண்ணினார்.

சல்லடைக்குழாய்களில் சர்க்கரை நுழைவதில்லை என்று ருலண்டு (Ruhland, 1912) என்பவர் கூறினார். சல்லடைக்குழாய் என்பது நியூக்ளியஸ் உடைய இயல்பான செல் அன்றும், அதில் கடத்தலுக்குரிய சிறப்பு அமைப்புகள் கிடையாதென்றும் ஷ்மிட் கருதினார். அங்ககப் பொருள்களின் இடப்பெயர்ச்சிக்குப் புளோயம் போதுமான கடத்தல் திசு அல்லவென்றும், ஆவிப்போக்கு தலைகீழாக நடைபெறுவதனால் ஏற்படுகிறது என்றும் பர்ச்-ஹிர்ச்ஃபெல்ட் (Birch-Hirchfeld) என்பவர்கள் கூறினார்கள்.

அனங்ககப் பொருள்கள், தண்டில் புளோயம் வழியாக மேலே செல்லுகின்றன என்று கர்டிஸ் (Curtis, 1923) என்பவர் கூறினார்.

நீரும் கரைபொருள்களும் உறிஞ்சப்படுவது ஒன்றாக நடைபெறுவ தில்லை என்றும், உறிஞ்சிய பின் நடைபெறும் இடப்பெயர்ச்சி ஆவிப்போக்கினால் பாதிக்கப்பட்டுத் தீர்மானிக்கப்படுகிறதென்றும் இவர் கருதினார்.

கர்டிஸ் என்பவர் கொண்ட முடிவுகளை மேசனும் (Mason), அவரது தோழர்களும் ஏற்றுக்கொள்ளவில்லை. நைட்ரஜன் கனிமப் பொருளின் (mineral nitrogen) பெரும்பகுதி ஆவிப்போக்கு நீரோட்டத்துடன் இலைகளுக்குக் கொண்டு போகப்பட்டு அங்குப் பல சிக்கலான பொருள்களான புரதங்களாக மாற்றப்பட்டுப் புளோயம் சல்லடைக்குழாய்களின் வழியாக வேர்களை அடை கின்றன என்று மேசனும், மெஸ்கெல் (Maskell) என்பவரும் கூறினார்கள். சல்லடைக்குழாய்களில் நடைபெறும் இடப் பெயர்ச்சி பரவுதலின்மூலம் நடைபெறுகிறதென்றும், இது சுவாசித்தலின்மூலம் வெளியான ஆற்றலினால் அதிகமாக்கப்படுகிற தென்றும் கருதினார்கள்.

வளையச் சோதனைகள் செய்வதற்கு முன்னும், பின்னும் காணப் பட்ட நைட்ரஜன் அளவினைச் சாம்பலின் (ash) மூலம் கணக் கிட்டு, ஆவிப்போக்கின் நீரோட்டத்தின்மூலமாக நைட்ரஜன் செல்லுகிறதென்று கிளிமெண்ட்ஸ் என்பவர் கூறினார். சைலத்தின் வழியாகவே அனங்ககப் பொருள்கள் செல்லுகின்றன என்பதைத் தெளிவாக ஹோக்லாண்டு (Hoagland) என்பவரும், ஸ்டௌட் (Stout) என்பவரும் சோதனைகள்மூலம் நிருபித்தார்கள். கரைபொருள்கள் சைலத்தின் வழியாகச் சென்றாலும், அவற்றின் இடப்பெயர்ச்சி புளோயத்தில் உள்ள உயிர்செல்கள்மூலமாகவும் நடைபெறு கிறது என்று கர்டிஸ் கருதினார். இக் கருத்தை மேசன் என்ப வரும், ஃபிலிஸ் (Phyllis) என்பவரும் மறுத்தனர்.

கார்போஹைட்ரேட்டுகளும் (Carbohydrates), நைட்ரஜனும் சல்லடைக்குழாய்களின் வழியாகத்தான் செல்லுகின்றன என்பதை முதன்முதலில் பரிசோதனையின்மூலம் ஷுமேச்சர் (Schumacher) என்பவர் 1930-ஆம் ஆண்டில் நிருபித்தார்; இவரது பரிசோத னைக்கு பெலர்கோனியம் (pelargonium) செடியையும் இலைகளையும் எடுத்துக்கொண்டு ஆராய்ந்தார்.

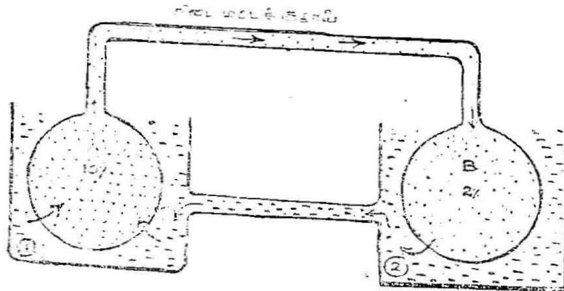
கரைபொருளும் கரைப்பானும் ஒன்றாகச் செல்லுகின்றன என்றும், கரைப்பானின்றிக் கரைபொருளைப் பரவுதலின்மூலம் விளக்கும் கொள்கைகள் குறைபாடு உடையவை என்றும், கிராஃப்ட்ஸ் (Crafts) என்பவர் கருதினார். முதிர்ந்த சல்லடைக் குழாய்கள் செலுத்துதிறன் பெற்று அவற்றின் குழாய்களின்

வழியாகவும், சுவர்களின்மூலமாகவும் பொருள்கள் செலுத்தப்படுகின்றன. பிளாஸ்மாடெஸ்மாடாவும் அதைச்சுற்றியுள்ள காலோஸ் (callose) என்ற பொருளும் சல்லடைக்குழாய்த் தட்டில் உள்ள நுண்துளைகள் என்று இவர் எண்ணினார்.

சல்லடைக்குழாய்கள் முதிர்ந்த பின் செலுத்தும் திறனுடையதாகின்றன. புளோயம் கசிவு என்பது புளோயத்தின்மூலம் அதிகக் கரைபொருள்களும், நீரும் ஒரே சமயத்தில் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்படுவதால் நிகழ்கிறது என்று மன்ச் (Munch) என்பவர் நிரூபித்தார். இவர் புளோயத்தில் எவ்வாறு கரைபொருள்கள் செல்லுகின்றன என்பதுபற்றிக் கீழ்க்காணுமாறு விளக்கினார்:

இலையில் ஓர் அதிக விறைப்பு அழுத்தப் பரப்பு (area of high turgor pressure) உள்ளது; தண்டில் குறைவான விறைப்பு அழுத்தமுடைய பரப்பு (area of low turgor pressure) உள்ளது; இதற்கு இடைப்பகுதிகளில் உள்ள எதிர்ப்புத்திறன் அல்லது தடுப்புத்திறன் (resistence) அடக்கியாளக்கூடிய அழுத்த வேறுபாடு உள்ளது; புளோயம் சல்லடைக்குழாய்கள் இடப்பெயர்ச்சியில் அதிக அளவில் பங்கெடுத்துக்கொள்ளுகின்றன; நீருடன் கரைபொருள்களும் செல்லுகின்றன.

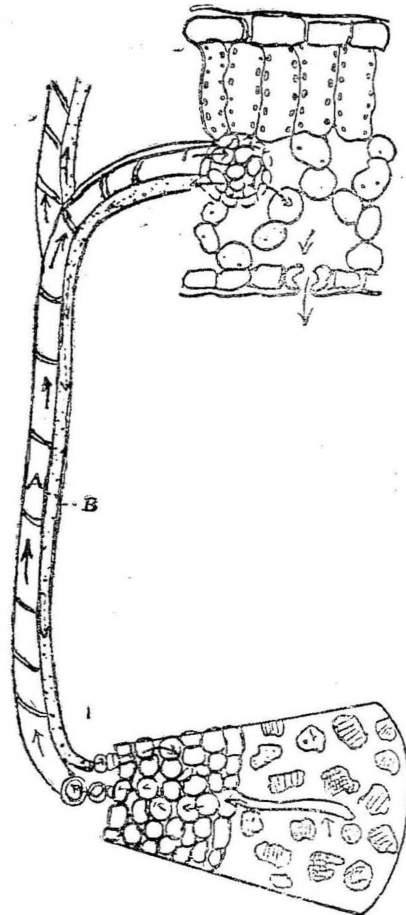
மன்ச் என்பவரின் மொத்த ஓட்டக் கோட்பாடு (Munch's Mass Flow Hypothesis): பொருள்கள் பரவுதலினால் அன்றி, மொத்த



படம் 51. 1, அடர்த்தி மிகுந்த கரைசல்
2. அடர்த்தி குறைந்த கரைசல்

மான நீர்ம ஓட்டமாகச் செல்லுகின்றன என்பது இக் கொள்கையின் கருத்தாகும். இதை விளக்க ஒரு பரிசோதனையைக் கண்டுபிடித்தார். உருண்டை வடிவமான இரு சவ்வூடு பரவல் சவ்வுகளை

(osmotic membrane) எடுத்துக்கொண்டு இரண்டையும் ஒரு கிடை மட்டமான (horizontal) குழாயுடன் இணைக்க வேண்டும். முதல்



படம் 52. நீர், உணவுப்பொருள்கள் செல்லும் பாதைகள்
A. நீர் செல்லும் பாதை-சைலம்
B. உணவு செல்லும் பாதை-புளோயம்

சவ்வில் அடர்த்தி மிகுந்த கரைசலையும், இரண்டாவது சவ்வில் அடர்த்தி குறைந்த கரைசலையும் எடுத்துக்கொண்டு, இரண்டை

பும் ஒரு தொட்டியில் உள்ள தண்ணீரில் வைக்க வேண்டும். இரண்டு சவ்வுகளும் குறை செலுத்துத்திறன் பெற்ற (semi permeable) சவ்வுகளாக உள்ளன. முதல் சவ்வில் உள்ள கரைசலின் அடர்த்தி அதிகம். அதனால் அதிகமான உறிஞ்சு அழுத்தம் உள்ளது. எனவே, அதிகமான தண்ணீர் உள்ளே செல்லும். இத் தண்ணீர் கிடைமட்டமான குழாயின் வழியாக இரண்டாவது சவ்வினுள் சென்று, அங்குள்ள தண்ணீரை அழுத்துகிறது. இரண்டாவது சவ்வில் உறிஞ்சு அழுத்தம் குறைந்து, நீர் அதைச் சுற்றியுள்ள இரண்டாவது தொட்டிக்குள் செல்லும்; அங்கிருந்து இணைப்புக்குழாய் வழியாக முதல் தொட்டிக்குள் செல்லும். அமைப்பு முழுவதிலும் கரைசலின் அடர்த்தி ஒரே சீராகும்வரை இந்த நீரோட்டம் நடைபெறும்.

இலைகளில் உணவுப்பொருள்கள் தயாரிக்கப்படுவதனால் அச் செல்களில் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் அதிகமாக இருக்கும். வேரில் உணவுப்பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படுவதனால் வேர்செல்களில் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் குறைவாக இருக்கும். இலையில் உள்ள செல்களுக்கு சைலத்திலிருந்து நீர் கிடைத்து விறைப்பு அழுத்தம் உண்டாகிறது. இதனால் உணவுப்பொருள்கள் புளோயத்தின் வழியாகத் தள்ளப்பட்டு வேரை அடைகின்றன; மீதியுள்ள தண்ணீர் சைலத்தின் வழியாகச் சென்று இலையை அடையும். அடுத்தடுத்துள்ள இரண்டு சல்லடைக்குழல்களை இணைக்கும் சைடோபிளாசம் இப் பெயர்ச்சிக்கு உதவுகிறது.

வேரிலிருந்து நீரும் கனிமங்களும் சைலத்தின்மூலம் தாவரத்தின் மற்றப் பகுதிகளான தண்டு இலைகளுக்குச் செல்லுகின்றன. இலையில் இவை உணவு தயாரித்தலுக்குப் பயன்பட்டு, தயாரிக்கப்பட்ட உணவு புளோயம் குழாய்களின் வழியாக மற்றப் பாகங்களுக்குச் செல்லுகின்றன.

(2) ஆவிப்போக்கு (Transpiration)

ஆவிப்போக்கு என்பது தாவரங்களின் தரைக்குமேல் உள்ள பகுதிகளில், சிறப்பாக இலைகளில், நடைபெறுகிறது. தாவரங்கள் தங்களுடைய தேவைக்குமேல் நிலத்திலிருந்து நீரை உறிஞ்சிக்கொண்டு, அதில் ஒரு பகுதியை ஆவியாக வெளியேற்றுகின்றன.

ஸ்டீஃபன் ஹேல்ஸ் (Stephan Hales, 1727) என்பவர் சூழ்நிலைக் காரணிகள் எவ்வாறு ஆவிப்போக்கினைப் பாதிக்கின்றன என்று

ஆராய்ந்தார்; இரவில் ஆவிப்போக்குக் குறைவதையும், பகலில் பகலவனின் சூட்டினால் (warmth of the sun) ஆவிப்போக்கு அதிகமாவதையும் கண்டார்.

20ஆம் நூற்றாண்டில்தான் உயிரிக்கால நிலைக்காரணிகளின் (bio-climatic factors) ஆதிக்கம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. செயலியல் அறிஞர்களும் (physiologists), சூழ்நிலையறிஞர்களும் (ecologists) வெளிக்காரணிகள் எவ்வாறு ஆவிப்போக்கினைப் பாதிக்கின்றன என்று ஆராய்ந்தார்கள். ஆவிப்போக்கு வீதத்திற்கும் (transpiration rate), காற்றின் ஆவியாக்கும் ஆற்றலுக்கும் உள்ள உறவு முறையைத் 'தராதர ஆவிப்போக்கு' (relative transpiration) என்று லிவிங்ஸ்டன் (Livingston, 1906) குறிப்பிட்டார். இவ்விதமான தராதர ஆவிப்போக்கினைத் தாவரங்களில் கண்டுபிடிப்பதற்காக 'ஆட்மாமீடர்' (atmometer) என்ற சோதனைக்கருவியினை உருவாக்கினார்.

சூரியனின் ஒளி வீச்சினால் (illumination) ஆவிப்போக்கு அதிகமாகிறது என்று வான் டீகம் (Van Tieghem) கருதினார். பசுங்கணிகங்களிலிருந்து நீர் ஆவியாவதைக் கணிக ஆவிப்போக்கு (chlorovapourization) என்று கூறினார்; 'பசுங்கணிகங்களுக்குக் கிடைத்த ஒளிக்கதிர்களில் ஒரு பகுதி ஒளிச்சேர்க்கைக்கு உதவுகிறது; மற்றொரு பகுதி ஆவியாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இலைத் துளைகள் (stomota) வெளிச்சத்தில் திறந்துகொள்ளுகின்றன' என்று கருதினார். இலையின் வெப்பநிலை ஒளிக்கதிர்களினால் உயர்கிறது என்று கண்டபிறகு கணிக ஆவிப்போக்குக் கருத்து கைவிடப்பட்டது. நிலையான வெப்பநிலையில் வளி ஈரத்தின் அளவிற்கும் (relative humidity of the atmosphere) ஆவிப்போக்கிற்கும் நிலையான உறவுமுறை உள்ளதென ஃபிரான்சிஸ் டார்வின் (Francis Darwin, 1914) குறிப்பிடுகிறார்.

பல வளி ஈர நிலைகளில் மக்காச்சோளத்தைப் பயிரிட்டபோது, ஆவிப்போக்கு வீதத்தில் மாறுதல் ஏற்படுகிறதென்று மாண்ட்கோமெரி (Montgomery) என்பவரும், கீஸல்பாக் (Kiesselbach, 1912) என்பவரும் ஆராய்ந்து முடிவு செய்தனர். தாவரங்களின் வளரிடத்திற்கும், அவற்றின் வயது, செல் செறிவிற்கும், வெப்ப நிலைக்கும் தகுந்தவாறு தாவரங்களின் நீர்த்தேவைகள் மாறுபடுகின்றதென்று கீஸல்பாக் (1916) கருதினார்.

வளி ஈரம் அதிகரிக்க, அதிகரிக்க ஆவிப்போக்கு குறைகிறதென்று தட் (Thut) என்பவர் பரிசோதனைகள் மூலம் கண்டார்; வளி மண்டலத்தில் உள்ள ஈரத்தின் அளவு மிகவும் அதிகமாகும்

பொழுது, வளி மண்டலத்தில் உள்ள நீரை இலைகள் உறிஞ்சும் எனக் கண்டார். நிழலில் உள்ள தாவரங்களிலும், வெயிலில் உள்ள தாவரங்களிலும் எவ்வாறு ஆவிப்போக்கு நடைபெறுகிறதென்பதும், அதிக அளவிலான பேலிசேடு திசுக்களை (palisade tissues) இலையில் கொண்ட தாவரங்களை வெயிலில் வைத்தால் நன்றாக ஆவிப்போக்கு நடைபெறுகிறது என்பதும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆவிப்போக்கினை அளக்கும் கருவிகளால் (evaporimeter) தாவரங்களின் உயரத்தில் பல மட்டங்களில் (levels) நடைபெறும் ஆவிப்போக்கினை யாப் (Yaap, 1939) என்பவர் கணக்கிட்டார். தாவரங்கள் அதிகமாக இருக்கும் பகுதியில் காற்றின் வளி ஈரம் அதிகரிக்கிறது.

இலைத்துளை இயக்கம் (Stomatal Movement) : இலைத்துளைகளுக்கும், ஆவிப்போக்கிற்கும் உள்ள உறவு முறையைப் பல அறிஞர்கள் ஆராய்ந்தார்கள். தாவரங்களிலிருந்து உண்டாகும் ஆவிப்போக்கு இலைத்துளைகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தது என்றும், சூரிய ஒளி ஆவிப்போக்கினை அதிகரிக்கும் என்றும் டி. கண்டோல், 1832 ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார்; இலைத்துளைகளின் அளவை நிர்ணயிப்பதில் வெளிச்சம், வெப்பம், காற்றீரம் இவற்றின் பங்கைக் கண்டுபிடித்தார்.

காப்பு செல்களின் (guard cells) விறைப்பு நிலையுடன் புறத்தோல் செல்களின் விறைப்பு அழுத்த மாறுதல்களும் இலைத்துளைகளின் இயக்கத்தினைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்று வான் மோல் (Von Mohl) கூறினார். பார்லி இலையில் உள்ள இலைத்துளைகளின் அடர்த்தி (density) நிலத்தில் உள்ள நீருக்குத் தகுந்தவாறு மாறுகிறது என்று சோரார் (Sorauer, 1873) கண்டார்.

குயுடிக்கள் ஆவிப்போக்கும் (cuticular transpiration), இலைத்துளை ஆவிப்போக்கும் (stomatal transpiration) குயூடிக்கள் அடுக்கின் தடிப்புத்தன்மையைப் (thickness) பொறுத்தது என்று வான் ஹானெல் (Von Hohnel) நிரூபித்தார். குயூடிக்கில் மெழுகு இருப்பதால் தடிப்பாகிறது என்று கோல் (Kohl) என்பவர் கருதினார். இலைகளிலிருந்து ஆவிப்போக்கு நடைபெறுவதும், கரியமில வாயு வெளியேறுவதும் இலைத்துளைகளின் வழியாக நடைபெறுகிறதென்று ஷ்வெண்டெனர் (Schwendener, 1883) கருதினார். செல் புரோட்டோபிளாசத்தின் விறைப்பு அழுத்தத்தினை செல்லின் செலுத்துத்திறன் மாறுதல் ஏற்படுத்தி, இலைத்துளை இயக்கத்திற்கு உதவுகின்றது என்று ஃபிரான்ஸிஸ் டார்வின் (Francis Darwin) கருதினார். காப்பு செல்களின் விறைப்பு அழுத்தத்தினை உறுத்து

உணர்ச்சியினுல் (irritablity) ஒழுங்குபடுத்தலாம் என்று இவர் கருதினுர்.

சிறிய துளைகளின் வழியாக (small apertures) வாயுக்கள் சீக்கிரம் பரவுகின்றன என்று பிரௌன் (Brown) என்பவரும், எஸ்கோம்ப் (Escombe) என்பவரும் கண்டுபிடித்தது ஆவிப் போக்கிலும், ஒளிச்சேர்க்கையிலும் மிகவும் உபயோகமாக இருந்தது. சிறுதுளைகளின் வழியாக ஏற்படும் பரவுதல், அவற்றின் பரப்பினைப் (area) பொறுத்து அமையாமல், அவற்றின் விட்டத்தைப் பொறுத்து அமையும் எனக் கண்டனர்; நுண்துளைகளின் வழியாக நடைபெறும் ஆவிப்போக்கு திறந்து வைத்துள்ள பாத்திரத்தில் உள்ள நீரில் நடக்கும் ஆவிப்போக்கைவிட அதிகமாக உள்ளதெனக் கண்டனர்; ஒரு நுண்துளைக்கும் மற்றொரு நுண்துளைக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் அவற்றின் விட்ட அளவிற்குப் பத்து மடங்கிற்குமேல் இருந்தால், ஆவிப்போக்கிற்கு எவ்விதமான குறுக்கீடும் (interference) ஏற்படுவதில்லை என்று கண்டனர்.

இலைத்துளைகளை அளவியல் முறையில் அளந்து தெரிந்து கொள்ள போரோமீட்டர் (porometer) என்னும் கருவியை டார்வின் (Darwin) என்பவரும், பெர்ட்ஸ் (Pertz) என்பவரும் கண்டுபிடித்தார்கள். இலைத்துளைகளின் அளவினை நேரிடையாக அளக்கப் புறத்தோலைப் பிரித்தெடுத்துச் சுத்தமான ஆல்கஹாலில் லாய்டு (Lloyd) என்பவர் சோதனை செய்தார். வறள்நிலத் தாவரங்களில் (xerophytes) காணப்படும் இலைத்துளைகள் காலையில் சிலமணி நேரங்களே திறந்திருந்து நடுப்பகலுக்குள் மூடிவிடும் என மாக்ஸிமாவ் (Maximov) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். ஆல்கஹால், ஸைலால் (xylol), பென்ஸால் (benzol) போன்ற திரவங்களைச் செலுத்தி, இலைத்துளைகளை நேரிடையாகச் சோதனை செய்யும் முறையை மாலிஷ் (Molish, 1912) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

வெப்ப நிலையும், மண்காரணிகளும் (edaphic factors) இலைகளையும், இலைத்துளைகளையும் எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என லாஃப்ட் ஃபில்ட் (Loft Field, 1921) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். ஆவிப் போக்கினை உட்காரணிகள் (internal factors) எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என்று நைட் (Knight, 1916-22) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். இலை இடைத்திசுக்களில் (mesophyll) உள்ள நீரின் அளவு ஆவிப்போக்கைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகளில் ஒன்றாக உள்ளது. இச் செல்கள் விறைப்பு நிலையில் இருந்தால், இலைத்துளைகளுக்குக் கீழுள்ள குழைவிடங்கள் (sub-stomatal cavities) நீராவியுடன் காணப்படும். இப்பரப்பில் உள்ள நீராவியை வெளிக்காற்று

உடனே அதற்றினால் ஆவிப்போக்கு அதிகமாகும். நிழலில் வளரும் தாவரங்களின் இலைகளில் உள்ள செல்களில் நீரின் அளவு சிறிதளவு குறைந்தாலும் செல்கள் விறைப்புத் தன்மையை இழந்து விடுகின்றன. வெளிச்சம் விரும்பும் தாவரங்களில் உள்ள செல்களில் நீரின் அளவு குறைந்தால் விறைப்பு நிலை மெதுவாக நீங்குகிறது.

இலைத்துளை இயக்கத்திற்குக் காப்பு செல்களின் ஹைட்ரஜன்-அயனிச் செறிவு (hydrogen-ion concentration) காரணம் என்று ஸ்கார்த் (Scarth) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். ஸெப்ரைனா பெண்டுலா (zebrina pendula) என்ற தாவரத்தின் இலைத்துளைகள் 5·5 முதல் 7 வரையிலான PH வரிசையில் மூடிவிடுகின்றன. ருமெக்ஸ் பேஷன்ஷியா (rumex patientia) என்ற தாவரத்தில் செய்த பரிசோதனைகளிலிருந்து அதிகமான PH மதிப்பில் இலைத்துளைகள் திறந்து, குறைவான PH மதிப்பில் மூடிவிடும் என்று ஜே. டி சேயர் (J. D. Sayre) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். இக் கருத்தினை எஃப். ஸி. ஸ்டீவார்டு (F. C. Steward) என்பவர் தமது 'தாவரங்களும் வேலையும்' (Plants at Work, 1964) என்ற நூலில் மறுக்கிறார். குளூகோஸ் 1-பாஸ்பேட், குளூகோஸாகவும், இனங்கைப் பாஸ்பேட்டாகவும் மேலும் மாற்றப்படாமல் இருந்தால், சவ்வூடுபரவல் அழுத்தத்தில் எவ்விதமான மாறுதலும் ஏற்படுவதில்லை PH மதிப்பு 7 ஆக இருக்கும்போது மாவு குளூகோஸ் 1-பாஸ்பேட்டாக மாறிப் பிறகு அது பாஸ்போ குளூகோமுடேஸ் (phosphogluco-mutase) என்னும் நொதியினால் குளூகோஸ் 6-பாஸ்பேட்டாக ஆகிறது. இது பாஸ்படேஸ் (phosphatase) என்னும் நொதியினால் குளூகோஸாகவும், பாஸ்பேட்டாகவும் மாற்றப்படும்பொழுது இலைத்துளைகள் திறக்கின்றன.

குளூகோஸும், பாஸ்பேட்டும் குளூகோஸ் 1-பாஸ்பேட்டாக மாறுவதற்கு ஆக்ஸிஜனும், ஹெக்ஸோகைனேஸ் (hexokinase) என்ற நொதியும் ATP என்ற ஆற்றலும் தேவைப்படுகின்றன. குளூகோஸ் 1-பாஸ்பேட்டின் PH மதிப்பு 5 ஆக ஆகும்பொழுது இலைத்துளைகள் மூடப்படுகின்றன.

நீர்ச் சமநிலை (Water Balance): பழங்காலத்தில் வாழ்ந்த அறிஞர்களுக்குத் தாவரங்களின் நீர்ச் சமநிலைபற்றியும், அதன் உயிரியல் முக்கியத்துவம்பற்றியும் அதிகமாகத் தெரியாது. பின்னர் லிவிங்ஸ்டன், இல்ஜின் (Ilgin) மாக்ஸிமாவ் போன்ற அறிஞர்களுடைய ஆராய்ச்சியினால் தாவரங்களின் நீர்ச் சமநிலையை ஒருவாறு அறிய முடிந்தது. ஒரு நாளின் உச்சிக்காலத்தில் நீர் இலைகளிலிருந்து ஆவி ஆவதால், இலைப்பரப்புக் குறைந்து, பின்

இரவில் முன்பிருந்த நிலையை அடையும் என்றும் தோடே (Thoday) என்பவர் கண்டார்.

வறண்ட பகுதிகளில் வாழும் தாவரங்களில் நீர்க்குறைவு ஏற்படுகின்றது என மேடம் கிராஸ்னோஸெல்ஸ்கியும் (Madam Krasnoselsky), மாக்ஸிமாவும் கண்டுபிடித்தனர்கள். பெரிய மரங்களில் ஒவ்வொரு நாளும் நீர்க்குறைவு ஏற்படுகிறதென்று மக்டகல் கண்டுபிடித்தார்.

நிலத்தில் உள்ள நீர் படிப்படியாகக் குறைந்து ஒரு சமயத்தில் உறிஞ்சும் நீரின் அளவைவிட ஆவிப்போக்கினால் அதிக நீர் விரய மாகிறது என்று பிரிக்ஸ் (Briggs) என்பவரும், ஷான்ட்ஸ் (Shantz) என்பவரும் கண்டுபிடித்தார்கள். இதற்குத் தற்காலிக வாடல் (incipient drying) என்று பெயர். நிலத்தில் உள்ள நீரின் அளவு இதற்கும் கீழே குறைந்தால், தாவரத்தில் நிலையான வாடல் (permanent wilting) ஏற்பட்டு விடும். இந்த நிலையில் நிலத்தில் உள்ள நீரின் அளவிற்கு அந்த மண்ணின் 'வாடல் விகிதம்' (wilting coefficient) என்று பெயர். இவர்கள் வறட்சியைத் தாங்கும் தாவரங்களை ஆராய்ந்து வறட்சி தப்பிப்பவை (draught escaping), வறட்சியைத் தவிர்ப்பவை (draught evading), வறட்சியைத் தாங்குபவை (draught enduring), வறட்சியை எதிர்ப்பவை (draught resisting) என்று நான்கு வகைகளாகப் பிரித்தார்கள். வறள்நிலத் தாவரங்களின் வறட்சி எதிர்ப்புத்திறன் இடைநிலைத் தாவரங்களைவிட (mesophytes) நீடித்ததும், கடுமையானதுமான வறட்சியைத் தாங்கும் திறனைப் பொறுத்தது என்று மாக்ஸிமாவ் கருதினர். வறள்நிலத் தாவரங்களின் இவ்விதமான வறட்சியைத் தாங்குதிறனே சிறந்தது என்கிறார். இதனால் இத் தாவரங்களில் அமைந்துள்ள நீரின் அளவு பாதிக்குமேல் குறைந்தாலும் தாவரங்களுக்கு எவ்விதமான ஊறுகளும் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால், இடைநிலைத்தாவரங்களில் உள்ள நீரின் அளவு சிறிது குறைந்தாலும் தாவரத்தின் உலர் எடை (dry weight) குறைந்து முடிவாக இலைகள் உதிர்ந்து விடுகின்றன.

தாவர செல்சாற்றின் இயற்பியல், வேதிப்பண்புகளையும், அவற்றின் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தத்தினையும் வறட்சி எதிர்ப்போடு தொடர்புபடுத்திப் பலர் ஆராய்ந்தனர். சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் செல்லில் உள்ள நீரின் செயலியல் பற்றுக்குறையைப் (physiological scarcity of water) பொறுத்தது என்று டிராப்பில் (Drabble) என்பவரும், டிராப்பில் (Drabble) என்ற மற்றொருவரும் 1907ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார்கள். சஹாரா (Sahara) பாலைவனத்தில்

உள்ள தாவரங்களை ஆராய்ந்ததில் அங்குக் காணப்படும் பெரும்பாலான தாவரங்களின் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் 7 முதல் 100 வரையிலான வளி மண்டல அழுத்தமாக இருந்தது என ஃபிட்டிங் (Fitting, 1911) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்; இத் தாவரங்களில் நீர் சேமிக்கும் திசு (water - storage tissue) இல்லாவிடினும், இத்தகைய உயர் வளி மண்டல அழுத்தம் செல்களில் இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார்.

செல்சாற்றில் எவ்வளவு அதிகப்படியான செறிவு இருந்தால், நிலையான வாட்டலைத் தவிர்க்க முடியும் என்று வால்டெர் (Walter, 1926) என்பவர் ஆராய்ந்தார். இவர் நன்றாக வளரும் வறள் நிலத் தாவரங்களின் செல்சாற்றின் சவ்வூடுபரவல்களைக் கணக்கிட்டு, அவற்றிற்கு அதிக அளவிலான சவ்வூடுபரவல் செறிவு (optimal osmotic concentration) என்று பெயரிட்டார்; அதிகப்படியான நீர்ப்பற்றாக்குறை உள்ள இடங்களில் வாழும் தாவரங்களில் உள்ள சவ்வூடுபரவல் அழுத்தங்களின் மதிப்பைக் கண்டுபிடித்து, அவற்றிற்கு உச்ச அளவுச் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தங்களை (maximum osmotic value) உடையவை என்று பெயரிட்டார்; அதன் அடிப்படையில் வறள் நிலத்தன்மையினைக் கணக்கிட்டார். அதிக அளவு (optimal) சவ்வூடுபரவல் அழுத்தத்திற்கும், உச்ச அளவு (maximum) சவ்வூடு பரவல் அழுத்தத்திற்கும் உள்ள மாறுதல் நிழற்றாவரங்களுக்கும், இடைநிலைத் தாவரங்களுக்கும் மிகவும் குறைவு; ஆனால், வறள்நிலத் தாவரங்களில் இவ் வேற்றுமைகள் அதிகமாகக் காணப்படும். செல் சாற்றின் கொலாய்டல் தன்மைக்கும் (colloidal properties) வறட்சி எதிர்ப்புக்கும் தொடர்பு உண்டு என்று நியூடன் (Newton) என்பவரும், மார்டின் (Martin) என்பவரும் செய்த பரிசோதனைகளிலிருந்து அறிகிறோம். நீர் விரும்பு கொலாய்டுகள் (hydrophilic colloids) நீரினை ஒருமுகப்படுத்தி, நீரில் உள்ள கரைசல்களின் (acquous solutes) செறிவை அதிகரிக்கின்றன. இவ்விதம் ஒருமுகப்படுத்திய நீர் (bound water) செல்சாற்றின் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தத்தைவிட வறட்சி எதிர்ப்பிற்கு நம்பத்தகுந்த குறியீடு (reliable index) ஆகிறது. வறட்சியான நிலங்களில் செல்சாற்றின் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தத்தைவிட அவற்றின் உள்ளீர்த்தல் அழுத்தமே (imbibition pressure) தாவரங்களைப் பிழைக்க வைப்பதில் உபயோகமானது என்று நியூடனும் மார்டினும் கண்டுபிடித்தார்கள்.

தாவரங்களின் நீர்த்தேவைகள் பயிருக்குத் தகுந்தவாறு மாறுகின்றன. நீர்த்தேவைக்கும் ஆவிப்போக்கு வீதத்திற்கும் ஒரு தொடர்பு இருப்பதைப்போல் நீர்த்தேவைக்கும் வறட்சி எதிர்ப்பிற்கும் ஒரு தொடர்பு உள்ளதென ஷ்ராடர் (Schroder, 1895)

என்பவர் கண்டுபிடித்தார். மாண்ட் கோமரி, கீஸல்பாக், பிரிக்ஸ், ஷான்ட்ஸ் (Shantz, 1914, 1917), பீமிஸல் (Piemeisel, 1927) ஆகியவர்கள் ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டில் வறள் நிலத்தில் வளரும் பல தாவரங்களின் நீர்த் தேவைகளைக் கண்டறிந்தார்கள்.

ஆவிப்போக்கு நீருக்கும், உலர் எடைக்கும் உள்ள விகிதத்தை மாக்ஸிமாவ் 'ஆவிப்போக்கின் திறமை' (efficiency of transpiration) என்று குறிப்பிடுகிறார். பல வகையான தாவரங்களை ஆராய்ந்ததில் பல வகையான ஆவிப்போக்குத் திறமை மதிப்புகள் கண்டதாக மாக்ஸிமாவ் என்பவரும், அலெக்ஸாண்ட்ரோவ் (Alexandrov) என்பவரும் கூறினார்கள். அதிகமாக ஆவிப்போக்கு நடைபெறும் தாவரங்கள் குறைவாக நீரினைப் பயன்படுத்துகின்றன என்று இவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள்.

ஆவிப்போக்கின் முக்கியத்துவம் (Significance of Transpiration) ; பல ஆராய்ச்சிகள் செய்தும் ஆவிப்போக்கின் உயிரியல் முக்கியத்துவத்தைச் சரியாக உணர முடியவில்லை. ஆவிப்போக்கு, தாவரங்களில் நன்மை பயக்கிறதா, தீமை விளைவிக்கிறதா, அல்லது நன்மை தீமை என்று பகுத்தறிய முடியாத முக்கியமற்ற செயலா என்ற கேள்வியை ரெய்னிட்ஸெர் (Reinitzer) 1881ஆம் ஆண்டிலேயே எழுப்பினார்; ஈரக்காடுகளில் (moist forests) காணப்படும் தாவரங்களில் ஆராய்ச்சி செய்து, ஆவிப்போக்கு என்பது தேவையான கெடுதி (necessary evil) என்று முடிவு செய்தார். நீரில் மூழ்கியுள்ள தாவரங்களிலும் (submerged plants), தொடர்ச்சியான முழுக்கரைசல் வளி மண்டலத்தில் (saturated atmosphere) வாழும் தாவரங்களிலும் ஆவிப்போக்கு நடைபெறுவதில்லை. எனவே, ஆவிப்போக்கு உயர் தாவரங்களுக்குத் தேவையில்லாதது என்று வோல்கென்ஸ் (Volkens, 1887) என்பவர் தீர்மானித்தார். சிறு செடிகளின் ஊட்ட உப்புப் பொருள்களின் இடப்பெயர்ச்சிக்கு ஆவிப்போக்கு நீர் அவசியமானது என்று ஹேபர்லாண்ட் கருதினார். 'தாவரங்களில் ஏற்படும் கரைபொருள்களின் இடப் பெயர்ச்சிக்கும், வாயுப்பரிமாற்றத்திற்கும் ஆவிப்போக்கு அவசியமானது. தாவரத்தில் மிதமிஞ்சிய வெப்பநிலை ஏற்பட்டுவிடாமல் ஆவிப்போக்குக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இவ்விதமாக, ஆவிப்போக்கு, தாவரத்தின் வளர்ச்சியில் முக்கியமான பங்கெடுத்துக்கொள்கிறது' என பெஃபெர் கூறினார். ஆவிப்போக்கினால் அதிகமான நன்மை விளைவதில்லை என்று கர்டீஸ் (Curtis) கருதுகிறார். 'நிலத்தில் உள்ள நீரின் அளவு போதுமானதாக இருந்தபொழுது ஆவிப்போக்கு அதிகமாவதில்லை. எனவே, ஆவிப்போக்கு தாவரங்களின் வாழ்க்கையை அதிகம் பாதிப்பதில்லை. நிலத்தில் உள்ள நீர் குறைந்து, ஆவிப்

போக்கு அதிகமானால், அது தாவரங்களுக்குத் தீங்கு விளைவிக்கும்' என்று கர்டிஸ் கூறுகிறார். 'ஆவிப்போக்கு தாவரங்களின் வெப்ப நிலையை நிலையானதாக்குகிறது; அனங்கக் கரைபொருள்களின் இடப்பெயர்ச்சி வேகத்தை அதிகரிக்கச் செய்ய உதவுகிறது; ஒளிச்சேர்க்கை வீதத்தை அதிகமாக்குகிறது; தாவர வாட்ட முறையை நிலையானதாக்குகிறது' என்று ஆவிப்போக்கின் பயன் தரும் பண்புகளைத் தொகுத்து கிளிமெண்ட்ஸ் (Clements, 1934) கூறுகிறார்.

(3) ஒளிச்சேர்க்கை (Photosynthesis)

வளி மண்டலத்தில் உள்ள வாயுப்பொருள்களைக்கொண்டு தாவரங்கள் தங்களுடைய உணவுப்பொருள்களை உண்டாக்கிக் கொள்ளுகின்றன என்ற உண்மை 19ஆம் நூற்றாண்டு வரை மக்களுக்குத் தெரியாமலிருந்தது. டி. சஸ்ஸூர் (De Sassur) என்பவர் வளி மண்டலத்தில் உள்ள கார்பன்டையாக்ஸைடு பசுமையான தாவரங்களினால் அங்ககச் சேர்மங்களின் மூலப்பொருளாகப் பயன் படுத்தப்படுகின்றது என்று கூறினார். இவரது கருத்தும் மற்றும் பிற அறிஞர்களான பிரீஸ்ட்லி (Priestly), இன்ஜென்ஹவுஸ் (Ingen-house), செனிபீர் (Senebier) ஆகியவர்களுடைய கருத்துகளும் நெடு நாள்களாகக் கவனிக்கப்படாமலிருந்தன.

இயற்கையில் பசுமையான தாவரம் மிகவும் முக்கிய மானதொரு பங்கினை வகிக்கிறது என்றும், தாவரங்களில் மாவுப் பொருள்கள் உண்டாவது மற்ற அங்ககச் சேர்மங்களை உண்டாக்கு வதற்குரிய ஆரம்பச் செயல் என்றும் சாக்ஸ், 1882ஆம் ஆண்டில் கருதினார்.

மால்பீஜி, குரு முதலியவர்கள் தாவரங்களில் பசுங்கணிகம் இருப்பதைப்பற்றிச் சொல்லியிருந்தபோதிலும் 1818ஆம் ஆண்டில் பெல்லிஷியர் (Pelletier) என்பவரும், கேவன்டு (Caventou) என்ப வரும் முதன்முதலில் இதற்குப் 'பச்சயம்' (chlorophyll) என்ற பெயரைத் தந்தனர். அக் காலத்தில் பச்சயம்பற்றிய பரிசோதனையில் ஈடுபட்ட அறிஞர்கள் அதை 'ஒரு நிலையான வேதிச் சேர்மம்' (stable chemical compound) என்று எண்ணினார்கள்.

நிலத்தாவரங்களில் காணப்படும் பச்சயம் நான்கு பொருள் களினால் ஆக்கப்பட்டது என்றும், அவற்றில் இரண்டு பசுமை நிறம் உடையவை, மற்றிரண்டும் மஞ்சள் நிறமுடையவை என்றும் ஸ்டோக்ஸ் (Stokes, 1864) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். பசுமையான பொருள்கள் கலந்த கரைசல் சிவப்பு ஒளியை உமிழுகின்றன

என்றும், மஞ்சள் பொருள்கள் கலந்த கரைசலில் இத்தகைய தோற்றத்தைக் காண முடிவதில்லை என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. பச்சையத்தில் காணப்பட்ட மஞ்சள் பொருளுக்கு ஸாந்தோஃபில் (xanthophyle) என்று கிராஸ் (Kraus, 1812) பெயரிட்டார். நிறமாலை அறிகருவியின்மூலம் (spectroscope), ஸாந்தோஃபில் நிறமியைத் தவிரப் பிறிதொரு நிறம் உள்ளதென டிப்பெல் (Dippel) என்பவர் கூறினார். இருவிதமான மஞ்சள் பொருள்கள் இருப்பதை போரோடின் (Borodin) கண்டுபிடித்தார். அதில் ஒன்று ஆல்கஹாலில் நன்றாகக் கரைந்து, பென்ஸீனில் (benzene) சிறிதளவு கரையும்; மற்றொன்று ஆல்கஹாலில் சிறிது கரைந்து, பென்ஸீனில் நன்றாகக் கரையும் என்று கண்டுபிடித்தார்கள். இத்தகைய மஞ்சள் பொருள்களிலிருந்து கரோடின் (carotene) என்ற பொருளை ஃபிரெமி (Fremy) என்பவர் பிரித்தெடுத்தார். கரோடின் என்ற பொருள் கேரட்டில் (daucas carota) இருப்பதாக வேகன்ராடெர் (Wackenroder, 1827) கண்டுபிடித்தார். ஆப்ரிகாட் கனியில் கரோடின் இருப்பதாக 'பிளே' (Bley, 1835) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

உயிர்ப்பற்ற காரணிகளின் (inert agents) மூலம் இலைச்சாரத்தைத் தனியாகப் பிரித்தறிய முடியும் என்று ஸ்வெட் (Tswett, 1906) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். இலைச்சாரத்தில் உள்ள மாறுபட்ட பொருள்கள் மாறுபாடான பரப்பு ஒட்டலினால் (adsorbtion) தனித்தனியே காணப்பட்டன.

பச்சயத்தில் ஆல்ஃபா குளோரோஃபில்லின் (α chlorophyllin), பீட்டா குளோரோஃபில்லின் (beta chlorophyllin) என்ற இரு பொருள்களையும், மஞ்சள் நிறமியில் கரோடின், ஸாந்தோஃபில் a, ஸாந்தோஃபில் a', ஸாந்தோஃபில் a'', பீடா ஸாந்தோஃபில் என்று ஐந்து பொருள்களையும் பிரித்தெடுத்தனர். இறுதியாக, வில்ஸ்டேட்டர் (Willstatter) பச்சயத்தின் வேதிப்பண்புகளைத் தெளிவாக நிரூபித்தார். இவர் கண்ட பொருள்களாவன:

1. குளோரோஃபில் a $C_{55}H_{72}O_5N_4M_9$: இது திடநிலையில் (solid state) நீலக்கருமை நிறமும், கரைசல் நிலையில் நீலப்பச்சையாகவும் இருக்கும்.

2. குளோரோஃபில் b $C_{50}H_{70}O_6N_4M_9$: இது திடநிலையில் பசுமையான கருமை நிறமாகவும், கரைசல் நிலையில் தூய பசுமை நிறமும் பெற்றது.

3. கரோடின் $C_{40}H_{56}$: இது ஆரஞ்சு மஞ்சள் படிகங்களைக் (crystals) கொண்டது.

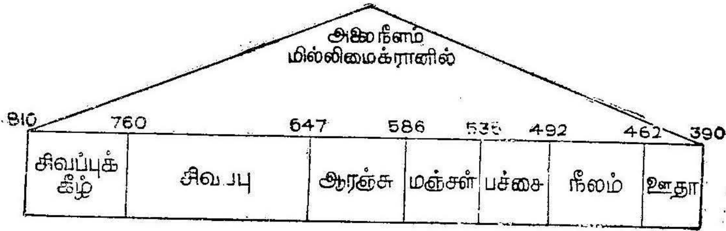
4. ஸாந்தோஃபில் $C_{40}H_{56}O_2$: இது மஞ்சள் நிறப் படிகங்களைக்கொண்டது.

பழுப்பு நிறப்பாசிகளில் (phaeophyceae) காணும் நிறமிகளைப் பற்றிக் கோன் (Cohn, 1815), ஸ்வெட் முதலியவர்கள் ஆராய்ந்தார்கள். இறுதியாக விஸ்டேட்டர் என்பவரும், பேஜ் (Page) என்பவரும் பழுப்பு நிறப்பாசியில் $C_{40}H_{56}O_6$ என்ற வேதிச்சேர்க்கையுடைய ஃபுகோஸாந்தின் (fucoxanthin) என்ற நிறமி இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தனர்.

ஒளிச்சேர்க்கைக்கு எந்த அலை நீளமுடைய (wave-length) ஒளிக் கதிர்கள் உதவுகின்றன என டாபெனி (Daubeny, 1836) என்பவர் சோதனை செய்தார். சிவப்பு-மஞ்சள் ஒளிக்கதிர்களின் இயல்பான ஒளியில் நடைபெறுவதைப் போல் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது என்று சாக்ஸ் பல பரிசோதனைகள்மூலம் கண்டார். பாசி இழைகள் ஒளிச்சேர்க்கையின்போது ஆக்ஸிஜனை வெளிவிடுகின்றன என்று ஆன்ஜெல்மேன் (Angelmann, 1881) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

ஒளிச்சேர்க்கை ஒளிநிறமாலையில் (spectrum) B, C இருக்கும் பகுதிகளில் அதிகமாக நடைபெறுகிறது என்றும், பச்சயத்தைத் தவிர மற்ற நிறமிகள் இருந்தால் ஒளிமாலையில் மற்றொரு பகுதியில் நடைபெறும் என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. புரூஸ்டர் (Breuster), டிம்ரியாஜெஃப் (Timiriazeff), பெஃபெர், முல்லெர் (Muller), லோம்மெல் (Lommel) முதலானவர்கள் தனித்தனியாக ஒளிச்சேர்க்கைத் திறனுக்கும், நிறமாலை உறிஞ்சுதலுக்கும் உள்ள உறவு முறைகளை ஆராய்ந்தார்கள். கார்பன்டையாக்ஸைடு உறிஞ்சாமல் பச்சயந்தான் ஒளிக்கதிர்களை உறிஞ்சுகின்றன என்றும், ஆனால் கார்பன்டையாக்ஸைடில்தான் வேதிமாற்றம் நிகழ்கிறதனால் பச்சயம் ஒளிக்கதிர்களை உறிஞ்சிக் கார்பன்டையாக்ஸைடில் வேதிமாற்றம் நிகழ்த்தும் உணர்வாற்றல் பெற்றுள்ளது என்றும் டிம்ரியாஜெஃப் என்பவர் கருதினர். நிறமாலையின் சிவப்புப் பகுதியில் B-யிக்கும் C-யிக்கும் இடையேயுள்ள கோடுகளில் தான் பச்சயம் உறிஞ்சப்படுகிறதென்றும், அந்தக் கதிர்களே ஒளிச்சேர்க்கையின் திறனை நிர்ணயிக்கின்றன என்றும் லோம்மெல் கூறினர். பசும்பாசிகளைப் பயன்படுத்தி, ஒளிச்சேர்க்கைச் செயலின் இரண்டாம்நிலை உச்ச அளவு (secondary maximum) நீலநிற ஊதா நிறமாலையில் (blue-violet end of the spectrum)

நடைபெறுகிறதென்று ஆன்ஜெல்மேன் கண்டுபிடித்தார். பச்சயத்தின் ஒளி உமிழ்த்திதன்மையையும் பச்சயக்கரைசலின் ஒளி உறிஞ்சு நிறமாலையையும் (absorbtion spectrum) புரூஸ்டர் (Brewster, 1834) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். ஒளியினால் பச்சயம் மாறுதல் அடைந்து அதிக ஆற்றலுடைய ஐசோமியராக (isomere) மாறுகிறது என்று ஸ்வெட் கருதினார். உறிஞ்சப்பட்ட ஆற்றல் பாஸ்ஃபாரெஸென்ட் (phosphorescent) ஒளியாக வந்து கார்பன் டையாக்ஸைடினால் உறிஞ்சப்படும்.



படம் 53 A

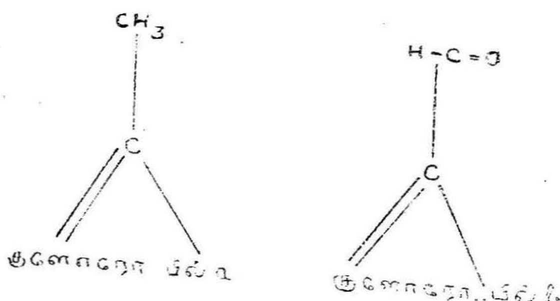
பச்சயத்தின் ஒளி உமிழும் பண்பு (radiant energy) உறிஞ்சுதலோடு இணைந்துள்ளது. பின்னர் இது வேதி ஆற்றலாக மாறி ஒளிச்சேர்க்கையின் ஒரு பகுதியாகிறது என்று ஸீக்கில் (Zscheile, 1935) கூறினார்.

19ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதியிலும், 20ஆம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்திலும், பச்சயத்திற்கும், இரத்தத்தில் உள்ள ஹிமோகுளோபினுக்கும் (haemoglobin) உள்ள ஒற்றுமையைப் பல அறிஞர்கள் வற்புறுத்தினார்கள். பச்சயத்தின் மையத்தில் மக்னீஷியம் (magnesium) உள்ளது. ஹிமோகுளோபினின் மையத்தில் இரும்பு உள்ளது. பச்சயத்தில் பைட்டாலுடன் (phytol) எஸ்டெர் (ester) உண்டாகிறது. ஹிமோகுளோபினில் குளோபுலின் (globulin) உள்ளது. இவை இரண்டிற்கும் உள்ள ஒற்றுமையை ஒளி உறிஞ்சு நிறமாலையின்மூலம் மார்ஷ்லியூஸ்கி (Marchlewski, 1909) ஆராய்ந்தறிந்தார்.

பச்சயத்தின் மையத்தில் மக்னீஷியமும், அதைச் சுற்றி 4 பிர்ரால் வளையங்களும் (phyrrol rings) உள்ளன. ஒரு பிர்ரால் வளையத்தில் நீளமான ஆல்கஹால் வளையம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது என்று ஜே. வோல்கன் (J. Wolken, 1961) கண்டுபிடித்துள்ளார். பச்சய மூலக்கூறு ஒரு டென்னிஸ் மட்டையைப் போல் உள்ளது. அதன் தலைப்பகுதி பார்ஃபிரின் (porphyrin) பகுதி

யாகவும், கைப்பிடிப்பகுதி ஃபைடால் (phytol) பகுதியாகவும் காணப்படுகிறது. ஃபைடால் பகுதி கீரோகுணுய்களுடன் உறவுடையது. எனவே, இது வைட்டமின் A-யிலிருந்து உண்டானது என்று கருதப்படுகிறது.

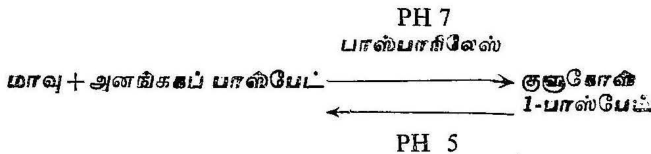
குளோரோஃபில் a-யில் மீதில் தொகுதியும் (methyl group) குளோரோஃபில் b-யில் ஆல்டிஹைடு (Aldehyde) தொகுதியும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.



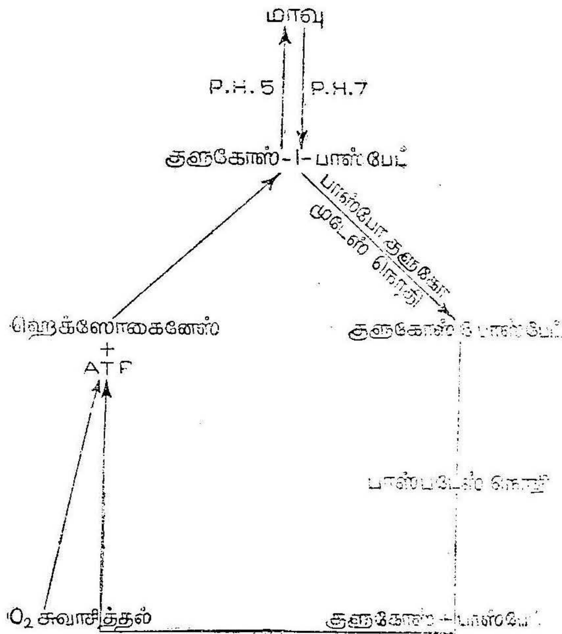
படம் 53 B. குளோரோஃபில் a, b வேதி அமைப்புகள்

மூலக்கூறு அமைப்பில் உள்ள வேற்றுமையைத் தவிர, குளோரோஃபில் a-யும் குளோரோஃபில் b-யும் நிறமாலை உறிஞ்சுதலிலும், கரைதலிலும் வேறுபடுகின்றன. குளோரோஃபில் a பெட்ரோலியம் ஈதரிலும் (petroleum ether), குளோரோஃபில் b மீதில் ஆல்கஹாலிலும் (methyl alcohol) நன்றாகக் கரைகின்றன. குளோரோஃபில் a-யும் b-யும் நிறமாலையின் நீல ஊதாப் பகுதியில் (blue-violet end of the spectrum) 429 மில்லிமைக்ரான் முதல் 453 மில்லிமைக்ரான் வரையிலான அலைநீள வரிசைகளுக்குள் அதிகமான அளவில் உறிஞ்சப்படுகிறது. சிவப்புப் பகுதியில் 660 மில்லிமைக்ரானுக்கும் காப்பு செல்களில் ஒளி வீசச் செய்தால் PH மதிப்பு அதிகமாகும் என்றும், காப்பு செல்களை இருட்டில் வைத்தால் PH மதிப்புக் குறையும் என்றும் ஸ்கார்த் கண்டுபிடித்தார். PH மதிப்பு அதிகமாகும்போது மாவுப்பொருள் குறைந்து, சர்க்கரைப் பொருள்களின் அளவு அதிகமாகும். PH மதிப்பு குறையும்போது இச்செயல் தலைகீழாக நடைபெறும்.

பசுங்கணிகங்களில் பாஸ்பாரிலேஸ் (phosphorylase) என்னும் நொதி உள்ளது என்று 'யின்' (Yin) என்பவரும், துங் (Tung) என்பவரும் கண்டுபிடித்தார்கள்.



அனங்ககப் பாஸ்பேட் (inorganic phosphate) இருக்கும்போது PH மதிப்பு 7-க்கு மேலாகும். அப்பொழுது மாவில் நீர்ப்பகுப்பு (starch hydrolysis) ஏற்பட்டு, குளுகோஸ் 1-பாஸ்பேட் (glucose monophosphate) உண்டாகிறது. PH மதிப்பு 5 ஆகக் குறைந்த பொழுது, குளுகோஸ் 1-பாஸ்பேட்டிலிருந்து மாவு தயாரிக்கப்படு கிறது. இம் மாறுபாடுகளைப் படத்தில் காணலாம். 642 மில்லி



படம் 54 இலைத்துளை இயக்கத்தில் காணும் வளர்சிதை மாறுபாடுகள்

மைக்ரானுக்கும் இடையே இரண்டாம் நிலை உயர்தர உறிஞ்சும் அளவு ஏற்படுகிறது.

பச்சயத்தின் அமைப்பு : இரு சவ்வுகளுக்கு இடையேயுள்ள இடத்தில் பச்சயம் ஓர் உறையில் (envelop) கட்டப்பட்டுள்ளதாகச்

சேகர் (Sager, 1959) கூறுகிறார். இச் சவ்வுகள் தொடர்ச்சியாகவும் மழமழப்பாகவும் உள்ளன. சவ்வுகள் தேர்வு செலுத்துத் திறன் கொண்டவை. சவ்வினுள்ளே புரதத்தினாலாகிய இடைப் பொருள் (matrix) உள்ளது. இதற்கு ஸ்ட்ரோமா (stroma) என்று பெயர். இதில் கிரானு (grana) என்னும் பல பகுதிகள் பொதிந்து உள்ளன. ஒவ்வொரு கிரானுவும் பல அடுக்குகளினால் (lamella) ஆக்கப்பட்டது. ஒவ்வோர் அடுக்கும் இரட்டைச்சவ்வு வில்லையாகக் காணப்படுகிறது. இச் சவ்வுகளில் லிபிடுகளும் (lipids), புரதங்களும் உள்ளன. பச்சயம் லிபிடுப்பகுதியுடன் தொடர்பு உடையது என்று வெட்ஸ்டீன் (Wettstein) விளக்குகிறார்.

ஒளிச்சேர்க்கைச் செயல்திறனுடைய நிறமிகள் பசுங்கணிகங்களின் அடுக்குகளில் காணப்படும். பரிணாம மட்டத்தின் கீழ்நிலையில் உள்ள தாவரங்களில் அடுக்குகளின் பரப்பு முழுவதிலும் நிறமிகள் சமமாகப் பரவியுள்ளன. உயர்தாவரங்களில் அடுக்குகளின் சில பகுதிகளில் மட்டும் நிறமிகள் பரவியுள்ளன. இப் பகுதி வில்லைகளின் உச்சியில் காணப்படும் என்று கால்வின் (Calvin, 1959) கூறுகிறார்; பசுங்கணிகங்களின் மூலக்கூறு மாதிரியைத் தந்துள்ளார்.

நீர்த்த புரத அடுக்குகளுக்கு அடுத்து லிபிடு அடுக்குகள் உள்ளன. மாறுபட்ட அடுக்குகள் ஒரு மூலக்கூறு பச்சயத்தினாலும் (monomolecular) கரோடினாய்டு மூலக்கூறினாலும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

பசுங்கணிகத்தின் தோற்றம்: பசுங்கணிகங்கள் புதிதாக ஒவ்வொரு முறையும் உண்டாகும் என்றும், இல்லையென்றும் அறிஞர்களிடையே பலத்த விவாதங்கள் எழுந்துள்ளன.

சமீபத்தில் மிடோகோண்டிரியாவிற்கும் பசுங்கணிகத்திற்கும் உள்ள ஒற்றுமையைக் கால்வின் என்பவர் கண்டுபிடித்தார். இரண்டும் அடிப்படையில் லிபிடுகள்-புரதங்களினால் ஆகியவை. இரண்டிலும் நிறமிகளும், சுவாசிக்கும் நொதிகளும் உள்ளன. இரண்டிலும் ஆற்றல் பொதிந்த ATP உண்டாகிறது. இரண்டும் செல்களுக்குள் எண்ணிக்கையில் அதிகரிக்கின்றன. இரண்டும் இரட்டைச் சவ்வுகளால் சூழப்பட்டவை. இரண்டிலும் உள் அடுக்கு அமைப்புகள் உள்ளன.

பசுங்கணிகத்தின் அமைப்பு: பிரிங்ஷீம் (Pringsheem) என்பவர் பசுங்கணிகங்களைப்பற்றித் தீவிரமாக ஆராய்ந்தார். கணிகத்தில் எண்ணெய்ப் பசையுடைய நிறமி கடற்பஞ்சு போன்ற ஸ்ட்ரோ

மாவில் (stroma) அமைக்கப்பட்டுள்ளது என்று கருதினர். ஸ்ட்ரோமாவின் பரப்பின்மேல் (surface) நிறமி ஓர் அடுக்காக வியாபித்துள்ளது என்று டிம்ரியாஜெஃப் (1903) கூறினர். ஸ்ட்ரோமாவின் பரப்பின்மேல் நிறமி ஒட்டிக்கொண்டிருப்பதாக ஸ்வெட் என்பவரும், பச்சயத்துடன் லிபாய்டு பொருள்களும் கணிகத்தில் கலந்துள்ளன எனப் பல்லாடின் (Palladin) என்பவரும் கருதினர். சிலஜினெல்லா (selagunilla) என்னும் செடியினை ஆராய்ந்து, பச்சயம் பசுங்கணிகத்தின் விளிம்பு வளையங்களில் புரோடோபிளாச வலைகளுக்கிடையே அமைந்திருப்பதாகப் பிரீஸ்ட்லியும், இர்விங்கும் (Irving) முடிவு செய்தனர். பச்சயம் கணிகத்தில் கரைசல் வடிவத்தில் லெஸிதின் (lecithin) போன்ற லிபாய்டு சேர்மத்துடன் கலந்துள்ளது என்று ஸ்டெர்ன் (Stern) என்பவர் கருதினர்.

பச்சயம் உண்டாக்குதல் (Production of Chlorophyll) : பச்சயம் எவ்வாறு உண்டாயிருக்கக் கூடும் என்று பல அறிஞர்கள் பலவித மான கருத்துகளைக் கூறி வந்துள்ளார்கள்.

1. பச்சயம் தயாரிக்க இரும்பு அவசியம் என்று கிரிஸ் (Gris) என்பவர் 1844ஆம் ஆண்டில் கருதினர்.

2. மக்னீஷியம் அவசியம் என்று ரீட் (Reed, 1907) கருதினர்.

3. துத்தநாகம் (zinc) அவசியம் என்று ரீடும் டஃபரெனய் என்பவரும் கூறினர்கள்.

4. பச்சயம் தயாரிக்கச் சர்க்கரைப்பொருள்கள் தேவை என்று பல்லாடின் (1891) என்பவர் கருதினர்.

5. பச்சயம் உண்டாக்க ஆக்ஸிஜன் தேவை எனக் காரென்ஸ் கருதினர்.

6. பச்சயம் 18°C முதல் 30°C வரையிலான வெப்ப நிலைக்குள் நல்லவிதமாக உண்டாக்கப்படுகிறதென்று சாக்ஸ் என்பவரும், வீஸ்னெர் (Weisner, 1887) என்பவரும் எண்ணினர்கள்.

7. 300 மில்லிமைக்ரானுக்கும் 600 மில்லிமைக்ரானுக்கும் இடையே உள்ள அலைநீளங்களின் ஒளிக்கதிர்கள் பச்சயம் உண்டாக்கப் பயன்படுகின்றன என்று சாக்ஸ் கருதினர்.

8. பச்சயம் உண்டாக்க, லியூகோஃபில் (leucophyll) என்ற பொருள் முன்னோடியாக உள்ளது. லியூகோஃபில் பச்சயமாக

மாறுவது ஒளிச்செறிவினைப் பொறுத்து நடைபெறும் என்று லிரோ (Liro, 1908) என்பவர் கூறினார். பச்சையம் புரோட்டோ குளோரோஃபில்லிலிருந்து உண்டாகாது. லியூகோஃபில்லிலிருந்து பச்சையமாக மாற உயிருள்ள செல்கள் அவசியமில்லை என்றும், இம்மாற்றம் வெப்பநிலையைப் பொறுத்து இரண்டு நிலைத் திசைகளிலும் உண்டாகலாம் என்றும் லிரோ கருதினார்.

9. வாடிய பயிர்களில் குளோரோஃபில்லோஜென் (chlorophyllogen) என்ற பொருள் இருப்பதாகவும், அஃது ஒளியினால் பச்சையமாக மாறுகிறது என்றும் லூபிமென்கோ (Lubimenko) எண்ணினார். இவருடைய கருத்துப்படி குளோரோஃபில் உண்டாவது 3 நிலைகளில் நடைபெறுகிறது.

1. லியூகோஃபில்லின் சேர்க்கை

2. லியூகோஃபில் குளோரோஃபில்லோஜெனாக மாறுகிறது.

3. குளோரோஃபில்லோஜென் குளோரோஃபில்லாக (பச்சையமாக) மாறுகிறது.

ஒளிச்சேர்க்கையின் செயல்முறை (Mechanism of Photosynthesis): ஒளிச்சேர்க்கைச் செயல்முறைகளைப்பற்றி 19-ஆம் நூற்றாண்டு வரையிலும் எவ்விதமான கருத்துகளும் கூறப்படவில்லை.

இன்ஜென்ஹவுஸ் (?) என்பவர் பசுமையான நிறமிகளை உடைய செல்கள் கார்பன்டையாக்ஸைடை ஏற்றுக்கொண்டு ஆக்ஸிஜனை வெளிவிடுகிறதென்றார். பசுமையான இலையின் சேர்க்கைத் தன்மையின் ஆற்றல் பற்றி (synthetic powers) அறிவியல் அடிப்படையிலான ஆராய்ச்சிக்கு வழி வகுத்தவர் சாக்ஸ் ஆவார். பசுமையான செல்களில் உள்ள மாவு, கரியமில வாயு உறிஞ்சியதால் ஏற்பட்டது எனக் கூறினார். எவ்வளவு கார்பன்டையாக்ஸைடு உறிஞ்சப்படுகின்றதோ, அவ்வளவு ஆக்ஸிஜன் வெளிப்படுகின்றது என்றும், நிறமி கணிகத்துடன் தொடர்பு கொண்டிருப்பதனால்தான் கார்பன்டையாக்ஸைடைத் தன்மயமாக்க (assimilation) முடிகிறது என்றும் போஸ்ஸிங்காவ்ட் (Boussingault, 1864) என்பவர் எண்ணினார். இவருடைய கருத்துகளை டி சஸ்ஸூர் (De Sassure) என்பவர் ஆதரித்தார்.

பச்சையமில்லாத கணிகங்களில் ஒளிக்கதிர்களைப் பாய்ச்சிய போதும் கார்போஹைட்ரேட்டுகள் (carbohydrates) உண்டாவதில்லை என்று பெஃபர் கருதினார். வெப்பம், நீர்த்த அமிலங்கள்

(dilute acids), காரங்கள் (alkalies) முதலானவை பசுங்கணிகத்தைச் செயலிழக்கச் செய்கின்றன (inactivated). எனவே, இத்தகைய பொருள்களிருந்தால் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறுவதில்லை என்று பெஃபெர் என்பவரும், ஈவார்ட் (Evart, 1896) என்பவரும் கண்டனர். உலர்ந்த இலைகளிலிருந்து எடுத்த பச்சயத்தில் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறுவதில்லை என்று 'நை' (Kny, 1897) என்பவர் கண்டார். கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் அளவு 17 முதல் 29 சதவீதத்திற்குமேல் சென்றால், ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறுவதில்லை என்று சபோஷ்னிகாஃப் (Saposchnikoff, 1890) கூறினர்.

ஒளிச்சேர்க்கைச் செயல்முறையில் 6 நிலைகள் உள்ளன என்று வில்ஸ்டேட்டர் என்பவரும், ஸ்டோல் என்பவரும் (Willstatter and Stohl) கூறினர்கள்.

1. பரவல் நிலை (diffusion stage)

2. தாவரப் புரதங்களினாலோ, அமிலங்களினாலோ கார்பன் டையாக்ஸைடு உறிஞ்சப்படுதல்.

3. பச்சயத்திற்கும் கார்பன்டையாக்ஸைடிற்கும் இடையே ஓர் உப சேர்மப் பொருள் (additional compound) உண்டாகிறது.

4 உப சேர்மப்பொருள் ஒளி வேதிச்செயலினால் ஐஸோமெரைசேஷன் (isomerisation) ஆவது.

5. ஒரு நொதியினால் இந்த ஐஸோமெரிலிருந்து ஆக்ஸிஜனும் ஃபார்மால்டிஹைடும் (farmaldihyde) பிரிக்கப்படுகின்றன; மீண்டும் பச்சயம் உண்டாகிறது.

6. ஃபார்மால்டிஹைடு சர்க்கரையாக மாற்றப்படுகிறது.

நோவாக் (Noack, 1920) என்பவர் ஒளிச்சேர்க்கைச் செயல்முறையில் 3 நிலைகள் உள்ளன என்று கூறுகிறார்.

1. சூரிய ஒளியாலும், ஆக்ஸிஜனினாலும் ஒளிவிடும் பச்சயம் பெராக்ஸைடு (peroxide) ஆக மாறுகிறது.

2. கார்பன்டையாக்ஸைடு ஒளி ஆற்றலின் உதவியின்றி பெராக்ஸைடு ஆக மாறுகிறது.

3. இரு பெராக்ஸைடுகளும் குன்றி, ஆக்ஸிஜன் வெளியாகி, பச்சயம் மீண்டும் உண்டாக்கப்பட்டு, HO–C–H கெட்டித்துக் கார்போஹைட்ரேட்டுகளாக மாறுகின்றன.

பச்சயத்திலிருந்து ஆற்றல் உறிஞ்சப்பட்டுக் கார்பன்டையாக்ஸைடுடன் குறைக்கப்படுவதற்கு (reduction) முன் பச்சயத்தின் பகுதி ஒளி ஆக்ஸிகரணம் (photo-oxidation) செய்யப்பட வேண்டும் என்று ஃபிரான்க் (Franck, 1935) கருதினார்.

வார்பர்க் (Warburg, 1919) என்பவருடைய கருத்துப்படி ஒளிச்சேர்க்கையின்போது மூன்று முக்கியமான நிலைகள் உள்ளன என்று கருதினார்:

1. ஒளி வேதியியலான முதல் மாறுபாடு

2. இரண்டாம் நிலை மாறுபாடு

3. ஏற்பான் (acceptor) உண்டாவது

1. எந்த அளவிற்கு ஒளிக்கதிர்கள் கிடைக்கின்றனவோ அந்த அளவிற்குப் பச்சய மூலக்கூறு ஒளியினால், ஒளி வேதியியலான முதற்பொருளினை உண்டாக்குகிறது.

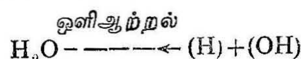
2. இந்தப் பொருளும் ஏற்பானும் செயல்பட்டு ஆக்ஸிஜன் வெளியாகிறது; ஆனால், புதிய பொருள்கள் ஒன்றும் உண்டாவதில்லை.

3. இந்த மாறுபாட்டிற்கு ஒளி தேவையில்லை. எனவே, இஃது இருட்செயல் (dark reaction) அல்லது பிளாக்மேன் மாறுபாடு (blackman reaction) என்று பெயர். இந்த வேதி மாறுபாட்டின் போது ஏற்பான் உண்டாகிறது. பெராக்ஸைடிலிருந்து ஆக்ஸிஜன் பிரிகிறது. இது கார்பானிக் அமிலம் (carbonic acid) குறையும் போது ஏற்படுகிறதென வில்ஸ்டேட்டரும் ஸ்டோலும் கூறுகிறார்கள்.

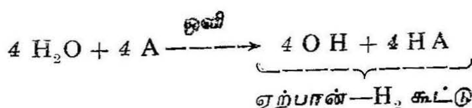
வில்ஸ்டேட்டரும் ஸ்டோலும் பச்சயம் தூண்டப்பெற்று (sensitizer) மற்ற வேதிச்செயல்களிலும் பங்கெடுத்துக்கொள்ளுகின்றன என்று கூறினார்கள். பச்சயத்தில் இரண்டு தளர்ச்சியாகக் கட்டப்பட்ட இரு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் (loosely bound H_2 atoms) இருப்பதால், இவ்வணுக்கள் கரியமில வாயுவைக் குறைப்பதற்கும், தண்ணீருடன் சேராமல் ஹைட்ரஜன் உண்டாக்கவும் பயன்படுகின்றன. ஆக்ஸிஜன் இருப்பது ஒளிச்சேர்க்கை ஆரம்பமாக உதவுகிறது. எனவே, மானோடிஹைட்ரோகுளோரோஃபில் (monodehydrochlorophyll)தான் ஒளிச்சேர்க்கை வேதி மாற்றங்களில் பங்கெடுத்துக்கொள்ளுகின்றது என்று கண்டுபிடித்தார்கள். கார்பானிக் அமிலம் குறைக்கப்படுகிறது என்பதைவிடக் கார்பன்டையாக்

ஸைடுடன் ஹைட்ரஜன் சேருகிறது என்று கூறலாம் என்று வான் நீல் (Von Niel, 1935) கூறினார். ஒளியின் பிரதானச் செயல் செயல்திறனுடைய ஹைட்ரஜனை உண்டாக்குவது ஆகும். இவருடைய கருத்துகளுக்கு வான் நீலின் ஒளிப்பகுப்புக் கோட்பாடு (Von Niel's Photolysis of Water) என்று பெயர். இதில் அடங்கியுள்ள பல நிலைகள் பின் வருமாறு :

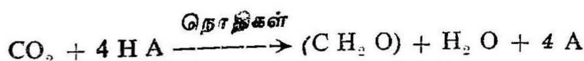
1. ஒளி வேதிச் செயலில் (photo-chemical reaction) தண்ணீர் ஒளியின் உதவியினால் ஹைட்ரஜனாகவும் (H), ஹைட்ராக்ஸில் (hydroxyl-OH) ஆகவும் பிரிக்கப்படுகிறது.

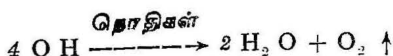


2. ஒளி வேதிச் செயலினால் தண்ணீர் பிரிக்கப்பட்டுக் கார்பன் டையாக்ஸைடு குறைக்கப்படுவது A என்ற ஏற்பான் மூலக்கூறு ஹைட்ரஜனை ஏற்றுக்கொள்ளுகிறது என்று கொண்டால் நன்கு விளங்கும்.

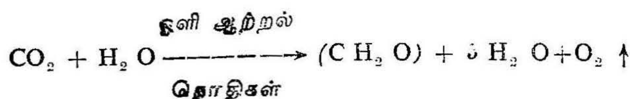


3 இந்த ஏற்பான்-ஹைட்ராஜன் கூட்டு ஒளி வேதிச் செயலினால் கார்பன்டையாக்ஸைடு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இப்பொழுது ஆக்ஸிஜன் (பிராண வாயு) O H-அலகுகளிலிருந்து வெளியாகிறது.





மேற்கண்ட சமன்பாடுகளையெல்லாம் சேர்த்தால் நீர் ஒளியால் பகுக்கப்படுகிறது.



4. (CH_2O) கூட்டுச் சேர்ந்து கார்போஹைட்ரேட்டுகள் உண்டாகும்.

ஹில் (Hill) என்பவர் வான் நீல் கூறிய கோட்பாட்டின் ஒளி நீர்ப்பகுப்பினைச் சோதனை செய்து, உண்மையெனக் கண்டார்! பசுங்கணிகங்களைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்து ஹைட்ரஜன் ஏற்பான்களுடன் கலக்கும்போது ஆக்ஸிஜன் வெளியேறுகிறது எனக் கண்டார். இவர் தமது சோதனைகளுக்கு மித்லின் நீலம் (methylene blue), டைகுளோரோஃபீனால் (dichlorophenol), இண்டோஃபீனால் (indophenol), ஃபெர்ரிக் உப்புக்கள் (ferric salts) போன்ற பொருள்களை ஹைட்ரஜன் ஏற்பான்களாகப் பயன்படுத்தினார்.

ஒளிச்சேர்க்கைச் செயல்முறையின் இன்றைய கருத்து : ஒளிச் சேர்க்கைச் செயல்முறை இதற்குமுன் பலவிதமான கொள்கைகளும், கருத்துகளும் யூகங்களை ஆதாரமாகக்கொண்டு வகுக்கப் பட்டன. ஆனால், இன்றைய கருத்து பரிசோதனையினால் நிரூபிக்கப்பட்டு எவ்விதமான ஐயத்திற்கிடமின்றி ஒளிச்சேர்க்கையில் நடைபெறும் மாறுபாடுகளையெல்லாம் தெளிவாக விளக்குகிறது.

இன்றைய ஒளிச்சேர்க்கைச் செயல்முறையினை உருவாக்கிய வர்களில் பெரும்பங்கு வகிப்பவர்கள் ஹில், கால்வின், ஆர்னன் (Arnon) ஆகிய அறிஞர்களாவர். இவரது தளராத முயற்சியினால் தான் உயிரியல் உலகிலே மிகச் சிறந்ததும், இதுவரை சரியாகக் கண்டுபிடிக்கப்படாததுமானதொரு செயல்முறை கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. இது மனித வரலாற்றில் அறிவியற்புதுமைக் கண்டு பிடிப்பில் மகத்தானதொரு முன்னேற்றமாகும்.

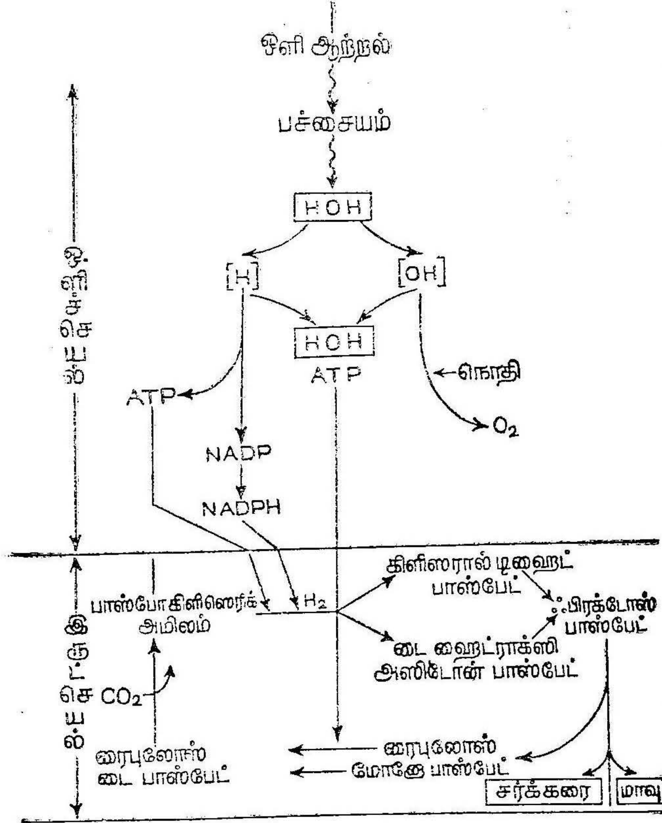
இன்றைய ஒளிச்சேர்க்கைச் செயல்முறையில் கீழ்க்காணும் மாறுபாடுகள் நிகழுகின்றன :

1. ஒளிச்சேர்க்கைச் செயல்முறையில் ஒளி வேதிச்செயல் (photo-chemical reaction) என்றும், இருட்செயல் (dark reaction) என்றும் இரு நிலைகள் (stages) உள்ளன.

2. ஒளிவேதிச் செயலில் சைக்ளிக் (cyclic), நான்சைக்ளிக் (non cyclic), ஃபோட்டோ பாஸ்ஃபாரிலேஷன் (photophosphorelation) என இரு செயல்கள் உள்ளன.

3. சைக்ளிக் ஃபோட்டோ பாஸ்ஃபாரிலேஷனில் ATP என்ற ஆற்றல் உண்டாகிறது. ஒளியினால் பச்சயம் தூண்டப்படுகிறது. பச்சயத்திலிருந்து பிரிந்த எலெக்ட்ரான் (electron), ஃபெர்ரடாக்ஸின் (ferredoxin), வைட்டமின் K (vitamin K), சைட்டோகுரோம் B_6 (cytochrome B_6) போன்ற பொருள்களினால் மீண்டும் பச்சயத்தை வந்தடைகிறது. இதில் எலெக்ட்ரான் நீக்கமுற்ற, ஆக்ஸிகரணமும் நடைபெறுகின்றன.

4. நான்ஸைக்ளிக் ஃபோட்டோ பாஸ்ஃபாரிலேஷனில் தண்ணீர் பிரிந்து, அதனின்றும் பெற்ற எலெக்ட்ரான்கள் கிளர்ச்சி யுற்ற பச்சயத்தை (excited chlorophyil) சாதாரண நிலைக்குக் கொண்டு வரச் செய்கின்றன. இப்பொழுது ATP, NADP ஆக்ஸிஜன் முதலியவை உண்டாகின்றன.



படம் 55. ஒளிச்சேர்க்கையின் செயல்முறை

5. இருட்செயலின் போது கார்பன்டையாக்ஸைடு கார்போ ஹைட்ரேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. கார்பன்டையாக்ஸைடு 5-கார்பன் சர்க்கரை பாஸ்பேட்டுடன் (5-carbon sugar phosphate) சேர்ந்து, 6-கார்பன் சேர்மப் பொருளான ரிபுலோஸ் டை பாஸ் பேட்டாக (6-carbon compound ribulose diphosphate) மாறுகிறது.

இது இரண்டு PGA மூலக்கூறுகளாகின்றன. (கிளிஸெரால்டிஹைட்பாஸ்பேட் (glyceraldehyde phosphate), டைஹைட்ராக்ஸி அஸிடோன் பாஸ்பேட் (dihydroxyacetone phosphate).

6. NADPH-ம் ATP-யும் சேர்ந்து மேலே கண்ட இரு பாஸ்பேட்டுகளையும் (2 PGA மூலக்கூறுகள்) PGAld பாஸ்போ கிளிஸெரால்டிஹைட் (phospho glyceraldehyde) ஆகக் குறைக்கப் படுகின்றன.

7. PGAld, ஃப்ரக்டோஸ் 1,6 டைபாஸ்பேட்டாகவும் (fructose 1, 6 diphosphate) பின்னர்க் குளுகோஸ் சர்க்கரையாகவும் மாவுப்பொருளாகவும் மாற்றப்படுகிறது.

இவை PGAld, RuDP உண்டாக்கப் பயன்படுவதால், அவை மீண்டும் கார்பன்டையாக்ஸைடை ஏற்றுப் பாஸ்போ கிளிஸெரிக் அமிலமாக மாறி மீண்டும் முன்மாதிரியான வேதி மாற்றங்களடைந்து சர்க்கரையாகவும் மாவுப்பொருள்களாகவும் மாற்றப் படுகின்றன.

விளக்கம்-முதல் நிலை: தாவரங்களில் உள்ள பச்சயம் சூரிய ஒளியை ஈர்த்ததினால் அதில் உள்ள எலெக்ட்ரான் கிளர்ச்சியடைகிறது. இவ்விதமாகக் கிளர்ச்சி அடைந்த எலெக்ட்ரான் பச்சய மூலக்கூறினை விட்டுப் போகும்போது, அதில் நேர்மின்னேற்றம் (positive current) ஏற்படுகிறது. இதனால் இது மற்றப் பொருள்களையும் ஆக்ஸிகரணம் செய்யும் திறன் பெறுகிறது.

கிளர்ச்சியடைந்த பச்சயம் தண்ணீரை ஆக்ஸிகரணம் செய்து, ஹைட்ரஜனைப் பிரிக்கிறது. இதனால் ஹைட்ரஜன் அணுவும், ஹைட்ராக்ஸில் (OH) மூலக்கூறும் உண்டாகின்றன. இவற்றில் ஹைட்ரஜன் குறைக்கும் தன்மையுடையது ஆதலால், இது குறைப்பான் (reducer) எனப்படும். ஹைட்ராக்ஸில் மூலக்கூறு ஆக்ஸிகரணம் செய்யும் தன்மையுடையதால், ஆக்ஸிகரணி (Oxidative) எனப்படும். சுருங்கக்கூறின், ஒளியினால் கிளர்ச்சியுற்ற பச்சயம் தண்ணீரை ஒரு குறைப்பானாகவும், ஆக்ஸிகரணியாகவும் மாற்றுகிறது.

ஹைட்ரஜனில் உள்ள ஒரு பகுதி ஹைட்ராக்ஸிலின் ஒரு பகுதியோடு சேர்ந்து, மீண்டும் தண்ணீராகிறது. அப்போது ஆற்றல் பொதிந்த வேதிப்பொருளான அடினோஸின் டிரைபாஸ்பேட் (adenosine triphosphate) என்ற ATP உண்டாகிறது. ஹைட்ரஜனின் மற்றொரு பகுதி TPN என்ற டிரைபாஸ்

போபைரிடின் நியூக்ளியோடைடு (tiphosphopyridine nucleotide) அல்லது NADP என்ற நிகோடினமைடு அடினைன் டைநியூக்ளியோடைடு பாஸ்பேட் (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate) என்னும் பொருளோடு சேர்ந்து விடுகிறது. TPN அல்லது NADP ஹைட்ரஜனை ஏற்று $TPNH_2$ அல்லது NADPH என்ற குறைந்த உருவத்தை (reduced form) அடைகிறது. ஹைட்ரஜன் TPN-ஐ அல்லதுNADP-ஐக் குறைக்கும்போது ஆற்றல் பொதிந்த ATP உண்டாகிறது. ஒளிச்சேர்க்கையின் இம் முதல் நிலைக்கு ஒளி மாறுபாடு (light reaction) என்றும், ஹில் மாறுபாடு (hill reaction) என்றும் பெயர்.

இரண்டாவது நிலை: கரியமில வாயு அல்லது கார்பன்டை யாக்ஸைடு செல்லில் உள்ள ரிபுலோஸ் டைபாஸ்பேட்டுடன் இணைந்து பாஸ்போகிளிஸெரிக் அமிலத்தை (phosphoglyceric acid) உண்டாக்குகிறது.

ரிபுலோஸ் டைபாஸ்பேட் + CO_2 → பாஸ்போகிளிஸெரிக் அமிலம்

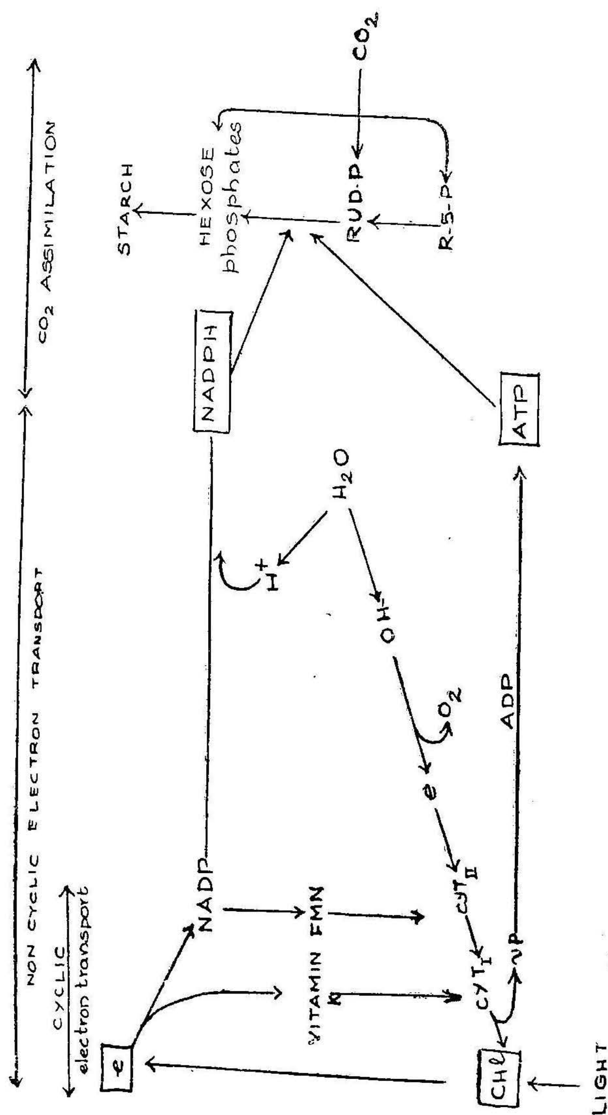
முதல் நிலையான ஒளி மாறுபாட்டின் இறுதியில் தோன்றிய $TPNH_2$வும் (NADPH), ATP-யும் பாஸ்போகிளிஸெரிக் அமிலத்துடன் சேர்கின்றன. இவற்றுடன் ஹைட்ரஜன் சேர்ந்து பாஸ்போகிளிஸெரிக் அமிலம் குறைக்கப்பட்டுக் கிளிஸெரால்டிஹைடு 3 பாஸ்பேட்டும் (glyceraldehyde phophate), டைஹைட்ராக்ஸி அஸிடோன் பாஸ்பேட்டும் (dihydroxyacetone phosphate) உண்டாகின்றன.

பாஸ்போ கிளிஸெரிக் அமிலம் + NADPH → கிளிஸெரால்டிஹைடு 3 பாஸ்பேட் + டைஹைட்ரோ ஆக்ஸி அஸிடோன் பாஸ்பேட் + TPN

மேலே கண்ட சமன்பாட்டில் உள்ள NADP ஹைட்ரஜனை பாஸ்போகிளிஸெரிக் அமிலத்திற்குக் கொடுத்து விட்டு, ஆக்ஸிகரணம் அடைகிறது; NADP மீண்டும் ஹைட்ரஜனை ஏற்கிறது. இப்படியாக ஒளிச்சேர்க்கையின் முதல் நிலைக்கும் இரண்டாவது நிலைக்கும் NADP இணைப்பாக விளங்குகிறது.

கிளிஸெரால்டிஹைடு பாஸ்பேட்டும் டைஹைட்ராக்ஸி அஸிடோன் பாஸ்பேட்டும் ஒன்று சேர்ந்து ஃபிரக்டோஸ் பாஸ்பேட் (fructose phosphate) ஆகிறது.

கிளிஸெராஸ்டிஹைடு 3 பாஸ்பேட் + டைட்ராக்ஸி அஸிடோன் பாஸ்பேட் → ஃபிரக்டோஸ் பாஸ்பேட்



படம் 56. ஒளிச்சேர்க்கையின்போது எலெக்ட்ரான்கள் செல்லும் பாதை

ஃபிரக்டோஸ் பாஸ்பேட்டின் மற்றொரு பகுதி பல மாறுதல்களுக்குப் பிறகு ரிபுலோஸ் மானோபாஸ்பேட் (ribulose monophosphate) ஆகிறது. முதல் நிலையில் ஃபோடோ பாஸ்பாரிலேஷன் நடைபெறும்பொழுது உண்டாகிய ATP ரிபுலோஸ் மானோ பாஸ்பேட்டுடன் சேர்ந்து ரிபுலோஸ் டைபாஸ்பேட் (ribulose diphosphate) தோன்றுகிறது. இது மீண்டும் கார்பன் டையாக்ஸைடை ஏற்று பாஸ்போகிளிஸெரிக் அமிலமாக மாறி மற்றச் சுழல் மாறுதல்களை (cyclic changes) அடைந்துகொண்டே இருக்கின்றன.

ஒளிச்சேர்க்கையின் இரண்டாவது நிலைக்கு ஒளி தேவையில்லை ஆதலால், இஃது இருள் மாறுபாடு (dark reaction) அல்லது வேதி மாறுபாடு (chemical reaction) எனப்படும்.

ஒளிச்சேர்க்கைச் செயல் முறையின்போது எலெட்ரான் பெயர்ச்சி எவ்விதம் நடைபெறுகிறது என்பதைப் படம் விளக்குகிறது.

(4) நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றம்
(Nitrogen Metabolism)

நைட்ரஜன் நிலைப்பாடு (Nitrogen Fixation): தாவரங்களின் வாழ்க்கைக்கு நைட்ரஜன் மிகவும் அவசியமானது. வளி மண்டலக் காற்றில் 4/5 பங்கு நைட்ரஜன் உள்ளது. ஆனால், உயர்தாவரங்களினால் இந்த நைட்ரஜனைப் பயன்படுத்திக்கொள்ள முடிவதில்லை. இவை தங்களுக்குத் தேவையான நைட்ரஜனை நிலத்திலிருந்து நைட்ரேட் வடிவத்திலேயே பெறுகின்றன. பரிணாம மட்டத்தின் கீழ்நிலையில் உள்ள சில உயிரினங்கள் வளி மண்டலக்காற்றில் உள்ள நைட்ரஜனை எடுத்துக்கொள்ளும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன. இவை நைட்ரஜனை எடுத்துக்கொண்டு நைட்ரஜன் கூட்டுப்பொருளாக மாற்றுகின்றன. இவ்விதமாக நைட்ரஜன் வாயுவை நைட்ரஜன் கூட்டுப்பொருளாக மாற்றுவதற்கு நைட்ரஜன் நிலைப்பாடு (Nitrogen Fixation) என்று பெயர். இத்தகைய நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் ஆற்றல் சில பாக்டீரியாக்களுக்கும், நீலப்பசும் பாசிகளுக்கும் (blue green algae) உண்டு.

நுண்ணுயிரிகள் மண்ணில் உள்ள நைட்ரஜனை அதிகமாக்கி, மண்ணை வளம்பெறச் செய்கின்றன என்று பெர்தெலாட் (Berthelot, 1892) கருதினர். கிளாஸ்டிரீடியம் பாஸ்டீரியானம் (clostridium pasteurianum) என்ற காற்றிலிச்சுவாசியான (anaerobe) பாக்டீரியா வளி மண்டலத்திலிருந்த நைட்ரஜனை எடுத்து நிலைப்படுத்துகிறது என்று விநோகிராட்ஸ்கி (Winogradsky) என்பவர் 1893ஆம்

ஆண்டில் கூறினர். அஸாடோபேக்டெர் (Azatobacter) என்ற காற்றுச்சுவாசியான (aerobe) பாக்டீரியா நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் ஆற்றல் பெற்றதென பேய்ஜரின்க், கோச் முதலியவர்கள் கருதினர்கள்.

அ. குரூஓகாக்கம் (A Croococcum), அ. அஜைல் (A. Agile) போன்ற பாக்டீரியாக்கள் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன என்றும், இவை நிலத்திலும், நன்னீரிலும் காணப்படுகின்றன என்றும் கென்ட்னெர் (Kentner), லிப்பேன் (Lippman), ஃபிஷர் (Fisher) போன்றவர்கள் கருதினர்கள்.

பரிணாம மட்டத்தில் கீழ்நிலையில் உள்ள சில உயிரினங்கள் மட்டும் வளி மண்டலத்தில் உள்ள தனியான நைட்ரஜனைத் தாக்க வைக்கும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன. இவ்வாறு சில உயிரினங்கள் மட்டும் நைட்ரஜன் வாயுவை நேரிடையாகப் பயன்படுத்த முடியுமானால், எல்லா உயிரினங்களும் ஏன் அவ்வாறு செய்யக் கூடாது என்ற கேள்வி போஸ்ஸிங்கால்ட், வில்லி (Ville), லாஸ் (Lawes) ஆகிய அறிஞர்களிடையே ஒரு நூற்றாண்டுக்கு முன்பே எழுந்தது. பாசிகளை முற்றிலும் நீக்கிய மண்ணில் ஓட்ஸ் (avena sativa), கடுகு (brassica juincea) போன்ற செடிகள் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்திக்கொள்ளுவதில்லை என்று ஷ்லாசிங் (Schlosing) என்பவரும், லாரென்ட் (Laurent, 1892) என்பவரும் கண்டனர்.

1889ஆம் ஆண்டில் பிராங்க் (Frank) என்பவர் பாசிகளும் நைட்ரஜனை நிலைக்க வைக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன என்று கூறினர். ஆஸிலேரியா (Oscillaria), யூலோதிரிக்ஸ் (ulothrix), புளூரோகாக்கஸ் (pleurococcus), நாஸ்டாக் (nostoc), அனபீனா (anabeana) போன்ற பாசிகள் நைட்ரஜனை நிலைக்க வைக்கும் ஆற்றல் பெற்றவை என்று பேய்ஜரின்க், மூர் (Moor), வெப்ஸ்டெர் (Webster), வான் (Wann), ஷ்லாசிங், லாரென்ட் ஆகியவர்கள் செய்த பரிசோதனைகளிலிருந்து அறிகிறோம்.

நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றம் (Nitrogen Metabolism): அங்கக நைட்ரஜன் விதை முளைக்கும்பொழுது ஆஸ்பரஜின் (asparagin) என்ற பொருளாக மாறுகிறது என்று வாக்யுலின்(Vauquelin), ரோபிக்யுட் (Robiquet), பிரியா (Pria), போஸ்ஸிங்கால்ட் முதலியவர்கள் ஆராய்ச்சிகள் செய்து அறிந்தார்கள். விதை முளைக்கும் பொழுது விதையில் உள்ள மொத்த அளவு நைட்ரஜன் மாறாமல் நிலையானதாக உள்ளது என்றும், அப்பொழுது நைட்ரஜன் சர்க்கரைப்பொருளாகவும், ஆஸ்பரஜினாகவும் மாறுகின்றன என்றும் கண்டுபிடித்தார்கள். விதை முளைக்கும்பொழுது விதை

யிலிருந்த புரத நைட்ரஜனில் (protein nitrogen) பாதி ஆஸ்பராஜி ஞகவும், மீதி அமைடுகள் (amides) போன்ற மற்றப் பொருள் களாகவும் மாற்றப்படுகின்றன என்று ஷுல்ஸ் (Schulze) என்பவர் கருதினர்.

கிளையிலிருந்து வெட்டிய இலையில் ஆஸ்பராஜின் இருப்பதில்லை. இவ்விலையின் வெட்டிய முனையை நீரில் வைத்து இருட்டில் வைத் தால் மீண்டும் ஆஸ்பராஜின் உண்டாகிறது. சுவாசிக்கும்போது புரதங்கள் சிறிய பொருள்களாக்கப்பட்டு, அதே சமயம் புரதச் சேர்க்கையும் நடைபெறுகிறது என்று பொரோடின் (Borodin) கூறினர். புரதச் சேர்க்கைக்கு வெளிச்சம் தேவையில்லை என்று பெஃபெர் கருதினர். இக் கருத்தினை ஸ்டாக்லாசா (Stocklasa) என்பவர் ஆதரித்தார். புரதம் அமினே அமிலங்களிலிருந்து உண் டாகிறது என்று பிரியனிஷ்கோவ் (Prianishkov), ஸாலெஸ்கி (Zaleski), ஷாட்கின் (Shatkin, 1913) ஆகியவர்கள் கருதினர்கள்.

தாவரங்களுக்கு நைட்ரஜன் கிடைக்கும் விதங்கள்: தாவரங்கள் நைட்ரஜனைக் கீழ்க் காணும் 4 விதங்களில் எடுத்துக்கொள்ளு கின்றன:

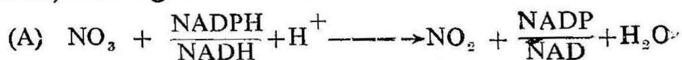
1. அங்கக நைட்ரஜன் (Organic Nitrogen): அமினே அமிலங்கள் புரதச் சேர்க்கைக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன என்று கோஷ் (Gosh), பர்ரிஸ் (Burris) என்பவர்கள் கருதினர்கள்.

2. அம்மோனிய நைட்ரஜன் (Ammonia Nitrogen): பல தாவ ரங்கள் தங்களுக்கு வேண்டிய நைட்ரஜனை அம்மோனியாவின் மூலமாக எடுத்துக்கொள்ளுகின்றன என்று கிளார்க் (Clarke), ஷிவ் (Shive) என்பவர்கள் 1939ஆம் ஆண்டில் செய்த பரிசோதனைகளின் மூலம் கண்டார்கள்.

3. நைட்ரேட் நைட்ரஜன் (Nitrate Nitrogen): பெரும்பாலான தாவரங்கள் தங்களுக்கு வேண்டிய நைட்ரஜனை, நைட்ரேட் நைட் ரஜனுக எடுத்துக்கொள்ளுகின்றன என்று கிளார்க், ஷிவ் என்ப வர்கள் கண்டார்கள். இங்ஙனம் நைட்ரேட் நைட்ரஜனுக எடுத் துக்கொண்ட பொருள் அம்மோனியாவாக மாற்றப்படுகிறது என்று வார்பர்க் (Warburg), நாகேலி (Nageli, 1920) என்பவர்கள் கருதினர்கள். இக் கருத்தினைக் கதிரியக்கமுடைய ^{15}N என்ற நைட்ரஜனைப் பயன்படுத்தி, அஃது அம்மோனியாவாக மாற்றப்படு வதாக டெல்விச் (Delwich, 1951), மென்டல் (Mendel), வீஸ்னெர் நிரூபித்தார்கள். நைட்ரேட் எவ்விதம் அம்மோனியாவாக மாறு கிறது என்பதை ஷுல்ஸ் (1895) காட்டினர்.

நைட்ரேட் → நைட்ரைட் → ஹைபோநைட்ரைட் (hyponitrite) → ஹைட்ராக்ஸிலமைன் (hydroxylamine) → அம்மோனியா

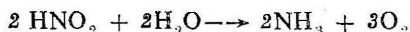
நைட்ரேட்டிலிருந்து நைட்ரைட் ஆவது நொதிகளால் ஏற்படுகிறதென்று இவான்ஸ் (Evans) என்பவரும், நாசென் (Nasen 1952-54) என்பவரும் கண்டனர்.



$$(A)\quad NO_3 + \frac{NADPH}{NADH} + H^{+} \longrightarrow NO_2 + \frac{NADP}{NAD} + H_2O$$

இதற்கு நொதிகளான ஃபிளேவின், அடினைன், டைநியூக்ளியோடைடு (flavin adenine dinucleotide), பைரிடின் நியூக்ளியோடைடு (pyridine nucleotide), NADP, NADH போன்றவை ஹைட்ரஜன் வழங்குபவையாக உள்ளன; இத்துடன் நைட்ரேட்டுகளை நைட்ரைட்டுகளாக்க உதவுகின்றன.

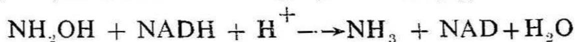
(B) நைட்ரைட் அம்மோனியாவாக மாற்றப்படுகிறதென வானெக்கோ (Vanecko), வார்னர் (Varner, 1955) என்பவர்கள் கருதினார்கள்.



$$2\,HNO_2 + 2H_2O \longrightarrow 2NH_3 + 3O_2$$

இம் மாறுபாட்டிற்குச் சிறிதளவு இரும்பும், செம்பும், நொதிகளும் பயன்படுகின்றன என்று மெடினா (Medina), நிக்கோலஸ் (Nicholas, 1957) ஆகியவர்கள் கண்டார்கள்.

(C) ஹைட்ராக்ஸிலமைன் குறைக்கப்படுகிறது.



$$NH_2OH + NADH + H^{+} \longrightarrow NH_3 + NAD + H_2O$$

இம் மாறுபாட்டிற்கு நொதிகளும், மாங்கனிஸும் தேவைப்படுகின்றன.

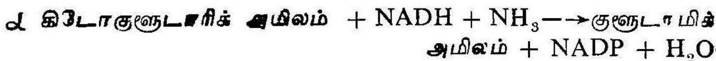
4. மூலக்கூறு நைட்ரஜன் (Molecular Nitrogen) : நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு மூலக்கூறு நைட்ரஜனை ஒளிச்சேர்க்கை பாக்டீரியாக்கள் (photosynthetic Bacteria) அஸாடோபாக்டெர், கிளாஸ்டிரீடியம், ரைஸோபியம், சில நீலப் பசும்பாசிகள் ஆகியவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நைட்ரேட், நைட்ரஸ் ஆக்ஸைட் (N_2O) ஆகவோ நைட்ரஸ் டை ஆக்ஸைடு (N_2O_2) ஆகவோ மாற்றப்படுகிறது என்று சிலர் கருதுகின்றனர். மூலக்கூறு நைட்ரஜன் ஹைட்ராக்ஸிலமைன் (hydroxylamine-NH_2OH) ஆகிறதென்று நம்புகிறார்கள்.

அமினோ அமிலங்கள் : அமினோ அமிலங்களில் ஒரு கார்பாக்ஸில் (—COOH) தொகுதியும், ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்குமேற்பட்ட அமினோ தொகுதியும் (NH_2) சேர்ந்திருக்கும் அமினோ அமிலத்தின் பொதுச்சூத்திரம் R C H (NH_2) COOH என்பதாகும். இதில் R என்பது வேறுபட்டிருக்கும். மிகவும் எளிய அமைப்பை

புடைய கிளைஸின் (glycine) என்ற அமினோ அமிலத்தில் R:H ஆக இருக்கும். எனவே, இதன் சூத்திரம் CH_2 (NH_2) COOH ஆகக் காணப்படும்.

அமினோ அமிலங்களில் நைட்ரஜனின் அளவைவிடக் கார்பனும் ஹைட்ரஜனும் அதிக அளவில் காணப்படும். அமினோ அமிலங்களில் நைட்ரஜனில்லாத பொருள்கள் 85 சதவீத எடையாக இருக்கும். எனவே, அமினோ அமிலங்களின் சேர்க்கை ஒளிச்சேர்க்கையுடன் தொடர்புடையது. ஒளிச்சேர்க்கையின்போது கிடைத்த கார்பன் சேர்மங்களும், நைட்ரேட்டுகள் குறைக்கப் பட்டதால் கிடைத்த அம்மோனியாவும் அமினோ அமிலங்களின் சேர்க்கைக்கு உதவுகின்றன.

ஒளிச்சேர்க்கையும், நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றமும் குளுடாமிக் அமிலம் (glutamic acid) என்ற அமினோ அமிலத்தில் சந்திக்கின்றன. நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றத்தில் குளுடாமிக் அமிலத்தின் முக்கியத்துவத்தை மக்விக்கெர்(McVicker) என்பவரும், பர்ரிஸ் (Burris) என்பவரும் தக்காளிச் செடியில் (lycopersicum esculentum) கதிரியக்க ^{15}N நைட்ரஜனைக்கொண்டு சோதனை செய்து அறிந்தார்கள். சுவாசித்தலின்போது கிரெப் வட்டத்தில் ஆல்பா கீடோ குளுடாரிக் அமிலம் உண்டாகிறது. ஆல்பா கீடோ குளுடாரிக் அமிலம் குளுடாமிக் அமிலம் ஆக மாற்றப்படுகிறது. இதற்குக் குறைப்பு அமைனீகரணம் (reductive amination) என்று பெயர். இதற்கு வேண்டிய குறைப்பு ஆற்றலை NADPH-ம், குளுடாமிக் டிஹைட்ரஜனேஸ் (glutamic dehydrogenase) என்ற நொதியும் அளிக்கின்றன. இந்த மாறுபாடு நியூரோஸ்போரா (Neurospora) என்னும் பூஞ்சையில் நடைபெறுவதை நிரூபித்தனர்.



ஆல்பா கிடோகுளுடாரிக் அமிலம் + NADH + NH_3 → குளுடாமிக் அமிலம் + NADP + H_2O

ஓர் அமினோ அமிலம் உண்டானால், அது மற்றொரு அமினோ அமிலத்தை உண்டாக்கும் இதற்குமாற்று அமைனீகரணம் (transamination) என்று பெயர். மாற்று அமைனீகரணத்தின்போது நடைபெறும் வேதி மாறுபாட்டின்போது ஓர் அமினோ தொகுதி, ஒரு மூலக்கூறிலிருந்து மற்றொரு மூலக்கூறுக்கு இடைப்பட்ட அம்மோனியா உண்டாகாமல் மாற்றப்படுகிறது. மாற்று அமைனீகரணத்தை ஹெர்பெர்ட் (Herbert) என்பவரும், ஏன்ஜெல் (Engel) என்பவரும் நிரூபித்தனர்.

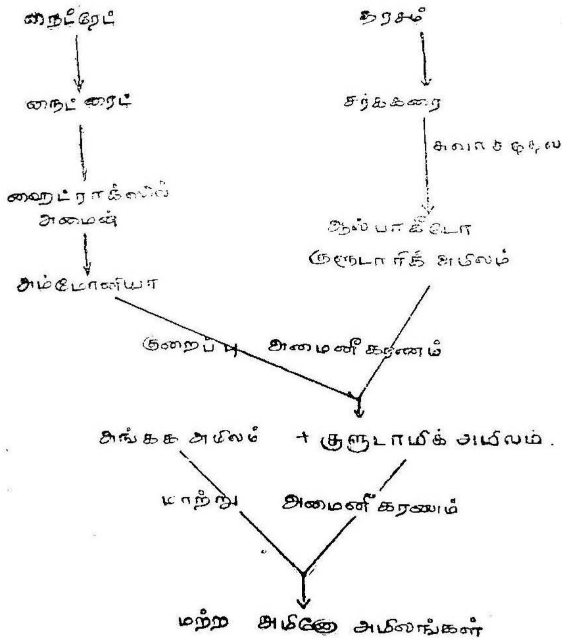
இதற்குப் பிறகு மாற்று அமைனீகரணம் பல தாவரங்களிலும் நடைபெறுவதைப் பல அறிவியலறிஞர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். மாற்று அமைனீகரணத்திற்கு டிரான்ஸ் அமைனேஸ் (trans-

aminase) என்னும் நொதி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந் நொதி உயர் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது. இதற்கு B வைடமின் தொகுதியிலிருந்து உண்டாகிய பைரிடாக்ஸின் (pyridoxine) என்ற பொருளிலிருந்து தோன்றிய பைரிடாக்ஸால் பாஸ்பேட் (pyridoxal phosphate) என்னும் இணை நொதியுடன் மாற்று அமைனீகரணம் நடைபெறுகிறது.

மெட்ஸ்லெர் (Metzler) என்பவரும், ஸ்னெல் (Snell) என்பவரும் பைரிடாக்ஸாலின் முக்கியத்துவத்தை உணர்த்தினார்கள்.

குளூடாமைட்டுக்கும் 17 விதமான அமினோ அமிலங்களுக்கும் மாற்று அமைனீகரணம் நடைபெறுவதை வில்சன் ((Wilson), கிங் (King), பர்ரிஸ் என்பவர்கள் (1954) கண்டுபிடித்தார்கள்.

மாற்று அமைனீகரணத்திற்குப் பல நொதிகள் உதவுகின்றன. இவ்வாறு உதவும் நொதிகளுக்கு மாற்று அமைனீகரண நொதிகள்



படம் 57. அமினோ அமிலங்கள் உண்டாகும் முறை

(transamianase enzymes) என்று பெயர். பைரிடாக்ஸல் பாஸ்பேட் (pyridoxal phosphate), பைரிடாக்ஸமைன் பாஸ்பேட் (pyridoxa-

mine phosphate) என்பவை மாற்று அமைனீகரணம் நடை பெறும்பொழுது இணை நொதிகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அமினோ அமிலம் உண்டாகும் முறை படத்தில் காட்டப் பட்டுள்ளது.

ஸிஸ்டின் (cystine), ஸிஸ்டீய்ன் (cystein), மீதியோனைன் (methionine) ஆகிய மூன்று அமினோ அமிலங்களில் சல்பர் (sulphur) காணப்படுகிறது. தாவரங்கள் தங்களுக்கு வேண்டிய சல்பரை, சல்பேட்டுகள் மூலம் நிலத்திலிருந்து எடுத்துக் கொள்ளுகின்றன.

ஆப்பிள், ஆஸ்பராகஸ் (Asparagus), நார்ஸிஸ்ஸஸ் (Narcissus) போன்ற தாவரங்களில் நைட்ரேட் குறைப்பும், அமினோ அமிலச் சேர்க்கையும் வேர்களில் அதிகமாக நடைபெறுகிறதென்றும் புகையிலை, தக்காளி, பூசணி போன்ற தாவரங்களில் இலைகளில் அதிகமாக நடைபெறுகிறதென்றும் நைட்டிங்கேல் (Nightingale) என்பவர் சோதனையின்மூலம் 1937ஆம் ஆண்டில் கண்டறிந்தார்.

ஓர் அமினோ அமிலம் உண்டாகிய பின்னர் மற்றும் பல அமினோ அமிலங்களும் உண்டாகின்றன. இவற்றிற்கு இரண்டாந்தர அமினோ அமிலங்கள் (secondary amino-acids) என்று பெயர். இவை ஏற்படப் பல புரோடியோலிடிக் நொதிகள் (proteolytic enzymes) தேவைப்படுகின்றன. இத்தகைய நொதிகள் பல தாவரச் செல்களிலும் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக, பபைன் (papain) என்பது பப்பாளியிலும் (caryca papaya), புரோமிலின் (bromelin) என்னும் நொதி பைன் ஆப்பிளிலும் (ananas sativus) காணப்படுகின்றன.

அமைடுகளும் பெப்டைடுகளும் (Amides and Peptides) : அமினோ அமிலத்தின் ஹைடிராக்ஸில் தொகுதிக்குப் பதிலாக ஒரு NH_2 தொகுதி இருந்தால், அமைடு எனப்படும். இவ்வாறு அமைடுகள் உண்டாவதற்கு அமைடேஷன் (amidation) என்று பெயர். RCH (NH_2) COOH என்பது ஓர் அமினோ அமிலமானால், RCH (NH_2) $CONH_2$ என்பது அதன் அமைடு ஆகும்.

அமைடுகள் நீர்ப்பகுப்பினால் (hydrolysis) அம்மோனியா வாகவும், அமினோ அமிலமாகவும் மாறும். இவ்வித மாறுதலுக்கு டிஅமைடேஷன் (deamidation) என்று பெயர். ஆஸ்பார்டிக் அமிலத்தின் (aspartic acid) அமைடிற்கு ஆஸ்பரஜின் (asparagine) [COOH-CH (NH_2) CH_2 $CONH_2$] என்று பெயர். குளுடாமிக் அமிலத்தின் அமைடிற்குக் குளுடாமைன் [COOH-CH (NH_2) CH_2-

CH_2-$CONH_2$] என்று பெயர். இத்தகைய இரு அமைடுகளும் சில தாவரங்களின் வளர்சிதை மாற்றங்களில் முக்கியமான பங்கெடுத்துக்கொள்ளுகின்றன. பீட்ரூட், தக்காளி, உருளைக் கிழங்கு ஆகிய செடிகளில் குளூடாமைன் அதிகமாக உள்ளது. பயிறு வகை நாற்றுகளில் ஆஸ்பரஜின் அதிகமாக உள்ளது. மக்காச் சோளத்தில் இரு அமைடுகளும் அதிகமாக உள்ளன.

நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றத்தில் அமைடுகளின் பங்கு பற்றி ராபின்சன் (Robinson, *1929)*, முர்னீக் *(*Murneek, *1935*), சிப்னல் *(*Chibnall, *1939)*, மாத்ஸ் (Mothes*)*, விக்கெரி (Vickery, *1946)*, ஸ்டீவார்டு *(*Steward), ஸ்ட்ரீட் *(*Street, *1946)* ஆகியவர்கள் ஆராய்ந்தார்கள்.

எப்பொழுதெல்லாம் வேர்த்தொகுப்பு அம்மோனியாவை விரைவாக உறிஞ்சுகின்றதோ, அப்பொழுதெல்லாம் அமைடுகள் தோன்றுகின்றன. இளம் நாற்றுகளில் புரதப் பொருள் உணவாகப் பயன்படுத்தப்படும்போது அமைடுகள் உண்டாகின்றன. தாவரங்களில் கார்போ ஹைட்ரேட்டுகள் இல்லாதபொழுது, அவை அமினோ அமிலங்களாக மாறுகின்றன. இதனால் செல்களில் அம்மோனியா சுரக்கப்படுகிறது. இந்த அம்மோனியா அமைடுகளின் சேர்க்கைக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதனால் செல்களில் அதிகப் படியான அம்மோனியா குவிந்து நச்சுத்தன்மை ஏற்படாதவாறு பார்த்துக்கொள்ளப்படுகிறது.

அமைடுகள் குறைப்பு அமைனீகரணத்திலும் மாற்று அமைனீகரணத்திலும் பங்கேற்று, நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றத்தில் முக்கியமான பங்கை வகிக்கிறது. அமைடுகளின் இடப்பெயர்ச்சி தாவரங்களில் சுலபமாக நடைபெறுவதால், இவை தாவரங்களில் நைட்ரஜனை எல்லாப் பகுதிகளுக்கும் கொண்டு செல்ல உதவுகிறது.

சில அமினோ அமிலங்கள் சேர்ந்து உண்டாவது பெப்டைடு (peptide) ஆகும். பெப்டைடுகளின் இணைப்பிற்கு அமினோ அமிலங்கள் உதவுகின்றன என்று எமில் ஃபிஷர் (Emil Fisher) கண்டு பிடித்தார். புரதத்தில் பல அமினோ அமில அலகுகள் *(*amino acid units*)* உள்ளன ; பெப்டைடில் ஒரு சில அமினோ அமில அலகுகளே காணப்படும். இரு அமினோ அமில அலகுகளைக்கொண்ட பெப்டைடு, டைபெப்டைடு (dipeptide) என்று சொல்லப்படும். பல அமினோ அமில அலகுகளைக்கொண்டிருந்தால், அது பாலிபெப் டைடு (polypeptide*)* எனப்படும். உதாரணமாக, குளூடா தையோன் (glutathione) என்னும் டிரைபெப்டைடில் (tripeptide) மூன்று அமினோ அமில அலகுகள் உள்ளன. புரதங்களுக்கும்

அமினோ அமிலங்கள், மற்றும் இடைப்பட்ட பொருள்களுக்கும் இடையேயுள்ள உறவுமுறை கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது:

புரதம் ⇄ புரோடியோசெஸ் ⇄ பெப்டோன்கள் ⇄

பாலிபெப்டைடுகள் ⇄ டைபெப்டைடுகள்

புரதங்கள்: பல அமினோ அமில மூலக்கூறுகள் சேர்ந்து கெட்டித்தலால் ஒரு புரத மூலக்கூறு உண்டாகிறதென்று எமில் ஃபிஷர் கூறுகிறார். அமினோ அமில மூலக்கூறுகள் பெப்டைடுகளால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

ஒவ்வோர் உயிரினத்திற்கும் குறிப்பிட்ட வகையான அமினோ அமிலத்தொகுதிகள் உள்ளன. அவை ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையில் அமைந்திருக்கும். அமினோ அமிலங்களின் எண்ணிக்கை குறைவாக இருந்தாலும், அவற்றிலிருந்து பல புரதங்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு புரத மூலக்கூற்றிலும் குறிப்பிட்ட வகையான அமினோ அமிலங்கள் குறிப்பிட்ட இடைவெளிகளில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. உதாரணமாக, ஃபைப்ராயின் (Fibroin) என்ற புரதத்தில் கிளைஸின் (glycin) என்ற அமினோ அமிலம் ஓர் இடைவெளி விட்டும், அலனைன் (alanine) என்பது நான்கிற்கு ஒன்றாகவும், டைரோஸின் (tyrosine) என்பது ஆறிற்கு ஒன்றாகவும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அமினோ அமிலங்களிலிருந்து உண்டாகிய புரதத்திலிருந்து மற்றும் பல புரதங்கள் தோன்றுகின்றன. இதனால் புரதங்களின் அமைப்பு மிகவும் சிக்கலானதாகவும், அதன் மூலக்கூற்று எடை மிகவும் அதிகமாகவும் இருக்கும்.

புரதங்களின் அமைப்பைப்பற்றி ஆராயும்போது, அதில் நான்கு அமைப்பு நிலைகள் காணப்படுகின்றன. முதலாவது (primary), இரண்டாவது (secondary), மூன்றாவது (tertiary), நான்காவது (quaternary). முதலாவது அமைப்பு நிலையில் அமினோ அமிலங்கள் குறிப்பிட்ட வரிசையில் இணைக்கப்படுகின்றன. இரண்டாவது அமைப்பு நிலையில் புரத மூலக்கூறு சுருள்களாகின்றன. ஒவ்வொரு புரத மூலக்கூறும் குறிப்பிட்ட விதமாகச் சுருள்வது மூன்றாவது அமைப்பு நிலையாகும். ஒவ்வொரு புரதத்திற்கும் அதற்குரிய பாலிபெப்டைடு அலகுகள் வந்து அமைந்துகொள்வது நான்காவது நிலையாகும்.

புரதங்களை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்:

1. தனிப் புரதங்கள் (Simple Proteins): தனிப் புரதங்கள் நீர்ப் பகுப்பினாலும், நொதி அமிலங்களாலும் அமினோ அமிலங்களை மட்டும் உண்டாக்குகின்றன. கரையும் தன்மையைக்கொண்டு (solublity) இவை நான்கு வகைப்படும்.

(a) நீரில் கரையும் ஆல்புமின்கள் (albumins).

(b) நீரில் கரையாததும், சில உப்புக் கரைசலில் கரையக் கூடியதுமான குளோபுலின்கள் (globulins).

(c) நீரிலும் உப்புக் கரைசலிலும் கரையாதது; ஆனால் 70 சதவீத ஆல்கஹாலில் கரையும் குளூடெலின்கள் (glutelins).

(d) நீரிலும், உப்புக் கரைசலிலும், 70 சதவீத ஆல்கஹாலிலும் கரையாதது; ஆனால் ஆல்கலிகளில் (alkalies) கரையக் கூடியது.

பயிறு வகை விதைகளிலிருந்து எடுத்த லெகூமெலின் (legumelin), பெரும் தானியங்களிலிருந்து (cereals) எடுத்த லியுகோசின் (leucosin), ஆமணக்கிலிருந்து எடுத்த ரிஸின் (ricin) என்பவை ஆல்புமின் என்ற தனிப் புரதத்திற்கு உதாரணமாகும்.

கடலையில் உள்ள லெகூமின் (legumin), உருளைக்கிழங்கில் உள்ள டியூபெரின் (tuberin) என்பவை குளோபுலினுக்கு உதாரணங்களாகும்.

கோதுமையில் உள்ள கிளியேடன் (gliadin), பார்லியில் உள்ள ஹார்டீய்ன் (hordein), மக்காச்சோளத்தில் உள்ள ஸீய்ன் (zein என்பவை புரோலமைனுக்கு உதாரணங்களாகும்.

கோதுமையில் உள்ள குளூடெரின் (gluterin), மக்காச்சோளத்தில் உள்ள குளூடெலின் (glutelin) போன்றவை குளூடெலின்களுக்கு உதாரணங்களாகும்.

2. இணைப் புரதங்கள் (Congrigate Proteins): தனிப் புரதம், புரதமல்லாத பொருளுடன் இணைவதால், இணைப்புப் புரதம் உண்டாகிறது. (உ-ம்.) பாஸ்பரஸ் கலந்த நியூக்ளியோ புரதங்கள்.

3. வழி வந்த புரதங்கள் (Derived Proteins): தனிப் புரதங்கள் குறைநீர்ப் பகுப்பினாலும், பிரிவினாலும் இவை ஏற்படுகின்றன. இவை நிலையானவை அல்ல; ஆதலால், செல்களில் குவிவதில்லை.

புரதத்தின் முக்கியத்துவம் (Importance of Protein): புரதங்கள் ஓர் உயிரினத்தின் வாழ்க்கையில் மிகப் பெரும் பங்கினை வகிக்கின்றன. உயிரினமே புரதங்களினால் ஆக்கப்பட்டவை; இன்னும் சொல்லப் போனால் DNA, RNA என்ற நியூக்ளியோ புரதங்களே 'உயிர்' எனப்படுகிறது. எனவே, பன்னெடுங்காலமாக உயிருக்கு இலக்கணம் கூறமுடியாத நிலையில் உயிர் என்பது ஒரு புதிராகவே (riddle) இருந்து வந்தது. அந்தப் புதிருக்கு விடை மிகச் சமீப காலத்தில்தான் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

புரதத்தின் அமைப்பில் மட்டும் அற்புதம் காணப்படுவதில்லை. புரதம் செய்யும் வேலைகளில்தான் அற்புதங்கள் அடங்கியுள்ளன. எல்லாவிதமான நொதிகளும் புரதங்களினுல் ஆகியவை. எளிய பொருள்கள் சிக்கலான பொருள்களாக மாற்றப்படுவதற்கும், சிக்கலான பொருள்கள் எளிய பொருள்களாக மாற்றப்படுவதற்கும் நொதிகள் இன்றியமையாதவை. உயிரினங்களில் காணும் எல்லாவிதமான, முக்கியமான வேதி மாறுபாடுகளும் நொதிகளின் உதவியினுல்தான் நடைபெறுகின்றன.

ஹார்மோன்களிற்சில புரதங்களினுல் ஆகியவை. இவை உயிரினங்களின் வளர்ச்சியைச் சீராக்கி, உயிரினங்களின் வளர்ச்சியையும், உறுப்புகளின் வேலைகளையும் ஒழுங்குபடுத்துகின்றன. விலங்குகளின் தசைநார்களில் (muscles) உள்ள மையோஸின் (myosin) என்ற புரதம் சுருங்கி நீளும் தன்மையுடையதாக இருந்து, விலங்கு மனிதனின் உறுப்பு இயக்கங்களுக்கு உதவுகின்றன.

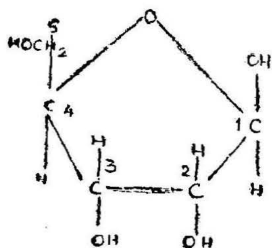
நோய்த்தடுப்புப் பொருள்கள் (antibodies) புரதங்களினுல் ஆகியவை. இதனுல் அயல் உயிரிகள் (foreign organism) உடலில் நுழைந்து நோய் உண்டாக்காமல் தடுக்கும் தடுப்புத்திறமையைப் பெறுகின்றன.

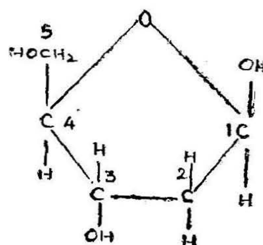
புரதங்கள் அமினே அமிலங்களின் சேர்க்கையினுல் உண்டாகின்றன என்று சொல்லியபோதிலும், அவை உண்டாவது பல சிக்கலான வேதி மாறுபாடுகளைக்கொண்டதாகும். கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்றத்தில் உள்ளதைப் போன்ற பாஸ்ஃபாரிலேஷன் புரதச்சேர்க்கையிலும் காணப்படுகிறது என்பதற்கு மறைமுகமான (indirect) சான்றுகள் உள்ளன. புரதச் சேர்க்கைக்கும், செல்லின் மற்றச் செயலியல்களுக்கும் தொடர்புகள் உள்ளன.

உருளைக்கிழங்குத் துண்டில் செய்த சோதனையிலிருந்து ஸ்டீவார்டும், அவரது தோழர்களும் புரதச்சேர்க்கைக்கும் காற்றுச் சுவாசித்தலுக்கும் நெருங்கிய உறவு முறை உள்ளதெனக் கண்டனர். அதிகமாகப் புரதச்சேர்க்கை நடைபெறும்பொழுது, அதிக அளவிலாலான சுவாசித்தல் நடைபெறுகிறது. எனவே, புரதச்சேர்க்கையும் ஆக்ஸிகரண வளர்சிதை மாற்றமும் (oxidative metabolism) தொடர்புடையவை என்று அறிகிறோம். வளரும் செல்களில் அதிகமான புரதச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. புரதச் சேர்க்கைக்கும், உப்பு குவிதலுக்கும் தொடர்பு உண்டு. இவ்விதமாகப் புரதச்சேர்க்கை, சுவாசித்தல் வளர்ச்சி, உப்புகள் குவிதல் முதலானவை ஒன்றோடொன்று தொடர்பு உடையவை; ஒன்றிலிருந்த வந்த பொருள்களையும், ஆற்றலையும் மற்றொன்று பயன்படுத்திக்கொள்கின்றது.

புரதங்கள் அமினோ அமிலத்திலிருந்து உண்டானாலும், அமினோ அமிலச்சேர்க்கையும் புரதச் சேர்க்கையும் ஒரே இடத்தில் நடைபெற வேண்டியதில்லை. அமினோ அமிலச்சேர்க்கை சில தாவரங்களில் வேரிலும், சில தாவரங்களில் இலைகளிலும் நடைபெறுகின்றது என்று நைட்டிங்கேல் என்பவர் கண்டுபிடித்ததை முன்பே பார்த்தோம். ஆனால், எல்லாத் தாவரங்களிலேயும் பெரும்பாலான புரதச்சேர்க்கை ஆக்குத் திசுக்களிலும் சேமிக்கும் திசுக்களிலும் நடைபெறுகின்றது. அமினோ அமிலங்கள் அவை உண்டான இடத்திலிருந்து புரதச்சேர்க்கை நடைபெறும் இடத்திற்கு அனுப்பப்பட்டு அங்குப் புரதங்களாக மாற்றப்படுகின்றன.

நியூக்ளியோ புரதங்கள் (Nucleo Proteins): நியூக்ளியோ புரதங்கள் உயிரினங்களுக்கு ஆதாரமாக உள்ளன. இவை இணைப் புரதங்களாக உள்ளன. இவற்றில் உள்ள புரதங்கள் நியூக்ளியக அமிலத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. உயிருள்ள செல்களில் ரிபோஸ் நியூக்ளியக் அமிலம் (ribos nucleic acid) RNA, டி ஆக்ஸி ரிபோஸ் நியூக்ளியக் அமிலம் (deoxyribose nucleic acid) DNA என்ற நியூக்ளியோ புரதங்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் வேதி அமைப்புகளைப் படத்தில் காணலாம்.





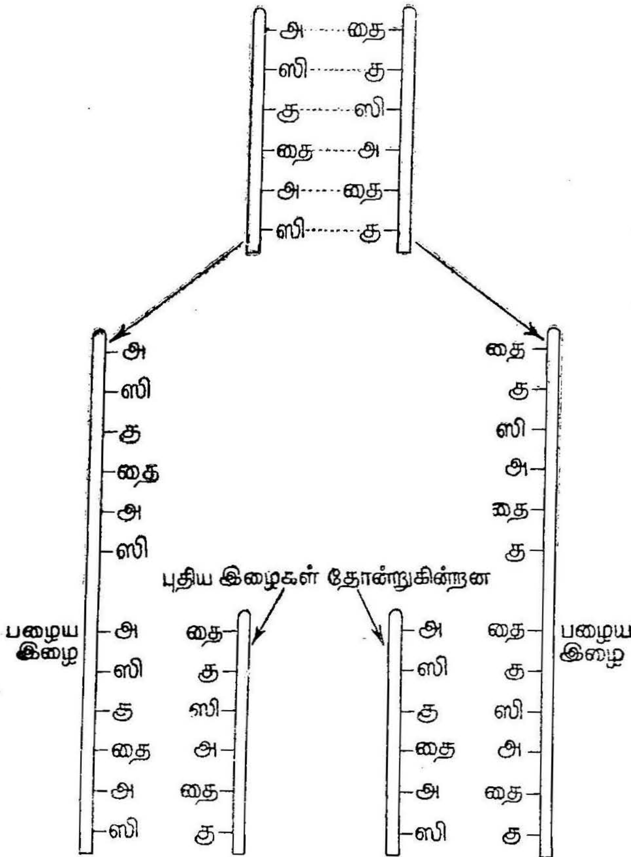
படம் 58. ரிபோஸ், டி ஆக்ஸிரிபோஸ் வேதி அமைப்பு

நியூக்ளியஸின் பெரும்பகுதி DNA-வினால் ஆக்கப்பட்டது; எனவே, ஜீன்களும் DNA-வினால் ஆகியவை. RNA சைடோபிளாசத்திலும் நியூக்ளியஸிலும் காணப்படுகிறது. DNA-யில் சில வகையான புரதங்களை உண்டுபண்ணுவதற்கான சங்கேதங்கள் உள்ளன. DNA தனது சங்கேதங்களை RNA-யிற்குத் தருகிறது. சங்கேதங்களைப் பெற்ற RNA-பற்குத் 'தூது RNA' (messenger RNA, mRNA என்று பெயர். DNA-யிடம் பெற்ற சங்கேதங்களை m RNA, s RNA-க்கு (soluble RNA) மாற்றுகிறது. s RNA

ரிபோசோம்களில் புரதங்களை உண்டுபண்ணுகின்றன. புரதச் சேர்க்கையில் ஈடுபடும் sRNA-யிற்கு மாற்று RNA (translation RNA) என்ற பெயரும் உண்டு.

DNA ——— Transcription ——→ RNA ——— மாற்றுதல் / Translation ——→ Protein புரதம் { அமைப்பு, நொதி வேலை, ஹார்மோன் வேலை }

DNA-யின் இரட்டிப்பு (Replication of DNA): DNA-யின் மூலக்கூறு இரு சுருள் ஏணிகளைப் போல் உள்ளன. இவற்றில்



படம் 59. DNA இரட்டித்தல்

பாஸ்பேட்டும், டி ஆக்ஸி ரிபோஸ் என்ற சர்க்கரையும் மாறி மாறி அமைந்துள்ளன. ஏணிகளின் படிகளைப் போல நைட்ரஜனால்

ஆகிய பேஸ்களான (nitrogenous bases) குவானின் (quanine), அடினீன் (adenine) என்ற பியூரின்களும் (purines), ஸிடோஸின் (cytosine), தைமீன் (thymine) என்ற பிரிமிடீன்களும் (pyrimidines) அமைந்துள்ளன.

ஸிடோஸின் என்ற பிரிமிடீன் குவானின் என்ற பியூரினுடன் தான் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். தைமீன் என்ற பிரிமிடீன் இருந்தால், அதற்கு எதிர்ப்பக்கத்தில் அடினீன் என்ற பியூரின் காணப்படும். இந் நான்கு பொருள்களும் DNA மூலக்கூற்றில் எந்த வரிசையில் (sequence) அமைக்கப்பட்டுள்ளனவோ, அந்த வரிசையில்தான் புரதச் சேர்க்கை நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. இவ் வரிசை இயற்கையிலோ, செயற்கையிலோ மாற்றப்பட்டால், இஃது உண்டாக்கும் அமினோ அமிலங்கள் மாறி, புரதங்களும் மாறி, அவற்றின் வழியாக மரபு வழிப் பண்புகளும் மாறுகின்றன.

செல் பகுப்பின்போது DNA இரட்டிப்பு அடைகிறது. முதலில் பியூரின்களையும், பிரிமிடீன்களையும் இணைத்திருந்த ஹைட்ரஜன் இணைப்பு (hydrogen bond) துண்டிக்கப்படுகிறது. ஒவ்வோர் இழையும் அதனுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்த பியூரின் பிரிமிடீன்களுடன் தனித்தனியே பிரிந்து செல்கின்றன. ஓர் இழையில் பியூரின் இருந்தால், அதற்கு எதிராகப் பிரிமிடீன் வந்து சேரும். இவ்வாறு இரு இழைகளிலும் புதிய பிரிமிடீன்களும், பியூரீன்களும் வந்து சேர்ந்து, அதே மாதிரியான அமைப்பைப் பெற்ற மற்றொரு DNA மூலக்கூறினை உண்டாக்குகிறது.

பெரும்பான்மையான சமயங்களில் மாறிய சூழ்நிலைக்கேற்ற தக அமைவினை (adaptation) செல் அடைகிறது. உதாரணமாக, எஸ்ச்சிரிஸ்கியா கோலி (Escherischia coli) என்ற பாக்டீரியாக்கள் பொதுவாகத் தங்களுடைய ஆற்றல் தேவைகளுக்குக் குளுகோஸைப் பயன்படுத்தி வந்தன. அவை வாழும் ஊடகத்தைக் குளுகோஸிற்குப் பதிலாக லேக்டோஸ் (lactose) என்னும் பொருளிற்கு மாற்றினால், சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு லேக்டோஸைக் காலக்டோஸ் (galactose) என்னும் பொருளாகச் சிதைத்து, அதன்மூலம் பெற்ற ஆற்றலைக்கொண்டு வளர்ச்சியைத் தொடருகின்றன. இதில் ஒரு புதிய வளர்சிதை மாற்றப்பாதை (metabolic pathway) உண்டாக்கப்பட்டு, அம் மாற்றம் பெற்ற புதிய பாதையில் பாக்டீரியாக்களை வாழத் தூண்டப்பட்டது. இதற்குத் தூண்டுதல் (induction) என்று பெயர்.

நைட்ரஜன் நிலைக்க வைக்கும் பாக்டீரியாவான கிளாஸ்டிரீடியம் பாஸ்டியரியானம் என்ற உயிரினத்தின் சூழ்நிலையை அம்மோனியா நிறைந்த புதிய சூழ்நிலைக்கு மாற்றியபொழுது, அது

தனது நைட்ரஜனை அம்மோனியாவாக மாற்றும் இயல்பான ஆற்றலை இழந்து விடுகிறது. அதிக அளவிலான அம்மோனியா இயல்பாக நைட்ரஜனைக் குறைத்து அம்மோனியாவாக மாற்றும் செயலை அடக்கியாள்கிறது. இதற்கு 'அடக்குதல்' (repression) என்று பெயர். இவ்விரு செயல்களான தூண்டுதலையும், அடக்குதலையும் ஜீன் கட்டுப்படுத்துகிறது. எனவே, புரதச் சேர்க்கைக்குரிய முக்கியமான அடக்கியாளும் கேந்திரப் பகுதி ஜீனிலும், ஜீனிற்குக் காரணமான DNA-யிலும் அடங்கியுள்ளன.

RNA-யும் புரதச் சேர்க்கையும் (RNA and Protein Synthesis)- செல்களில் புரதச் சேர்க்கை (Protein Synthesis in Cells): செல்களின் சைட்டோபிளாசத்தில் உள்ள ரிபோசோம்களில்தான் புரதச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. புரதச் சேர்க்கைக்கு அமினோ அமிலங்களும், RNA-க்களும், செல்லில் அமைந்துள்ள பலவிதமான நொதிகளும், இணை நொதிகளும், ஆற்றல் பொதிந்த ATP-யும் தேவைப்படுகின்றன.

ரிபோநியூக்ளியோடைடு டிரைபாஸ்பேட் (ribonucleotide triphosphate) என்பது பாலிமரேஸ் (polymerase) என்ற நொதியின் உதவியினால் RNA கட்டப்படுகிறது (polymerisation). ஒரே செல்லில் பல விதமான RNA-க்கள் காணப்படுகின்றன. RNA-க்களில் தூது mRNA, மாற்றி tRNA, ரிபோசோமல் RNA (ribosomal RNA) என்று மூன்று முக்கியமான வகைகள் உள்ளன. இம் மூன்று RNA-க்களும் உருவம், வேலை, நியூக்ளியோடைடுச் சேர்க்கை (nucleotide composition), நியூக்ளியோடைடு வரிசை (nucleotide sequence) ஆகியவற்றில் மாறுபடுகின்றன RNA மூலக் கூறின் நியூக்ளியோடைடு சேர்க்கையும், வரிசையும் DNA நிர்ணயிக்கிறது.

DNA-யினால் நியூக்ளியோடைடுகள் நிர்ணயிக்கப்பெற்ற RNA எவ்வாறு அமினோ அமிலங்களிலிருந்து புரதங்களை உண்டாக்குகிறது? தாவர செல்களில் 20-க்கும் மேற்பட்ட அமினோ அமிலங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால், RNA மூலக் கூற்றில் அடினீன், குவானின், யுரேஸில் (urasil), ஸிட்டோஸின் என்ற நான்கு பேஸ்கள்(bases)தான் உள்ளன. இந்த நான்கு பேஸ்கள் எவ்வாறு 20-க்கும் மேற்பட்ட அமினோ அமிலங்களையும் புரதங்களையும் உண்டாக்குகின்றன? RNA மூலக்கூற்றில் உள்ள 4 பேஸ்களில் ஏதாவது 3 பேஸ்கள் ஒன்றாகச் சேர்ந்து ஓர் அமினோ அமிலத்தை உண்டாக்குகின்றன. நான்கு பேஸ்களான அடினைன், குவானின், யுரேஸில், ஸிட்டோஸின் என்ற நான்கு பேஸ்களின்

நான்கு முதல் எழுத்துக்களான A, G, U, C என்றவற்றை எடுத்துக்கொள்ளுவோம். ஏதாவது 3 பேஸ்கள் ஒன்று சேர்ந்து அமினோ அமிலத்தை உண்டாக்குவதற்கான சேர்க்கைகள் AAA, UUU, AUC, UAC, ACA, AUA, UAU என்ற விதமாக இருக்கலாம். இவ்வாறு மூன்று பேஸ்களின் இணைப்பிற்கு 'முக்கூட்டு' (triplet) என்று பெயர். ஒவ்வொரு முக்கூட்டும் ஒருவகையான அமினோ அமிலத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கும் திறன் பெற்றது. இதற்குக் கோடன் (codon) என்று பெயர்.

ஆங்கிலத்தில் 26 தனி எழுத்துகள் உள்ளன. இவை பலவிதமாகச் சேர்ந்து பல்லாயிரக்கணக்கான சொற்களை (words) உண்டாக்குகின்றன. அதுபோல RNA-யில் உள்ள 4 பேஸ்கள் 64 கோடன்களை உண்டாக்கக் கூடியவை. இவை செல்களில் காணும் ஏறக்குறைய 20 அமினோ அமிலங்களை உண்டாக்குவதில் சிரமமேதும் இருக்காது.

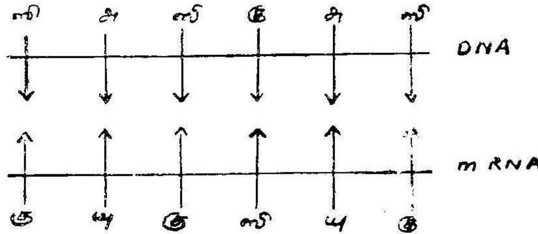
செல்களில் மேற்கூறிய விதமான கோடன்கள் இருப்பதைப் பரிசோதனைகள் மூலம் மார்ஷல், நிரென்பர்க் (Marshall, Nirenberg) என்பவர்கள் நிரூபித்தார்கள். இவர்கள் பரிசோதனையின்போது யுரேஸிலை (U) மட்டும் எடுத்துக்கொண்டு பாலிஃபீனைலலைமைன் (polyphenylalamine) என்ற அமினோ அமிலத்தை உண்டாக்கினார்கள். யுரேஸில் என்ற பேஸ் இருப்பதால், இதனுடைய கோடன் அல்லது சங்கேதம் (UUU) ஆக இருக்க வேண்டுமென்றும், இது ஃபீனைலலைமைன் என்ற அமினோ அமிலத்தைப் புரதமாக்குகிறது என்றும் கண்டனர்.

செல்களில் புரதச்சேர்க்கை ரிபோசோம் என்னும் துகள்களில் நடைபெறுகிறது. நியூக்ளியஸில் உள்ள DNA-யில் அமினோ அமிலங்களை நிர்ணயிக்கும் சங்கேதம் (code) உள்ளது. DNA தன்னிடமுள்ள சங்கேதத்தை RNA-க்குத் தெரிவிக்கிறது.

DNA-யில் சங்கேத மாற்றம் நடைபெறும் விதம் : DNA மூலக்கூற்றில் அடினீன், குவானின், தைமீன், ஸீடோஸீன் என்ற பேஸ்கள் உள்ளன. இதற்கு இணையாக RNA மூலக்கூறில் அடினீன், குவானின், யுரேஸில், ஸீடோஸீன் என்னும் நான்கு பேஸ்கள் உள்ளன.

முதலாவது உதாரணம் : DNA-யில் உள்ள ஸீடோஸீனுக்கு (C) எதிரில் RNA-யில் ஒரு குவானின், குவானிலிக் அமிலமாக (G) (guanilic acid) தோன்றுகிறது. DNA-யின் அடினீனுக்கு (A) முன்னால் RNA-யில் தைமீன் (T) தோன்ற வேண்டும். ஆனால்,

RNA-யில் தைமின் கிடையாது ; அதற்குப் பதிலாக யுரேஸில் (U) என்ற பேஸ் உண்டு. எனவே, DNA-யின் அடினீனுக்கு எதிராக RNA-யில் யுரேஸில், யுரிடிலிக் அமிலமாகத் (uridilic acid) தோன்று கிறது. சுருக்கமாகக் கூறினால், DNA-யின் ஸிடோஸீன்-அடினீன்-ஸிடோஸீன் என்ற வரிசைக்கு எதிராக RNA-யில் குவானிலிக் அமிலம் (G)-யுரிடிலிக் அமிலம் (U)-குவானிலிக் அமிலம் (G) என்ற வரிசையில் அமினோ அமிலங்கள் அமையும். இந்த GUG என்ற அமில வரிசைதான் DNA-யின் சங்கேதம். குறிப்பிடத்தக்க மூன்று அமிலங்களின் GUG என்ற வரிசை கிளைஸின் (glycin) என்ற அமினோ அமிலத்தைக் குறிக்கும்; RNA-யில் எங்கெல்லாம் இந்த GUG என்ற வரிசையில் அமிலங்கள் அமைந்துள்ளனவோ, அங் கெல்லாம் கிளைஸின் என்ற அமினோ அமிலம் வந்து சேரும்.



படம் 60. DNA-யின் சங்கேதம் mRNA-க்கு மாற்றப்படும் விதம்

இரண்டாவது உதாரணம்: DNA மூலக்கூறில் அடினீன் (A), அடினீன் (A), ஸிடோஸீன் (C) என்ற வரிசை இருந்தால், mRNA-யில் அவற்றிற்கு எதிராக யுரிடிலிக் அமிலம் (U), யுரிடிலிக் அமிலம் (U), குவானிலிக் அமிலம் (G) என்ற UUG என்ற அமில வரிசை உண்டாகும். இந்த UUG என்ற அமிலங்களும் சேர்ந்து வாலைன் (valine) என்ற அமினோ அமிலமாகும். DNA-யின் சங்கேத மொழியில் அவற்றில் உள்ள நான்கு பேஸ்களுக்கு எதிராக mRNA-யில் உண்டாகும் குவானிலிக் (G), யுரிடிலிக் (U), ஸிடிலிக் (C), அடினிலிக்(A) என்ற நான்கு அமிலங்கள் தோன்றும். G,U,C,A என்ற நான்கு முதலெழுத்துகளையுடைய இந் நான்கு அமிலங் களையும் மும்மூன்றாகப் பல விதங்களில் அடுக்கலாம். GUC, UCA, GUA, GCA, GGU, GUU, GGC என்ற பல வரிசைகளில் இவற்றை வகைப்படுத்த முடியும். இதில் காணப்படும் ஒவ்வொரு வரிசையும் ஓர் அமினோ அமிலத்தைக் குறிக்கும். இதற்கு மும்மெழுத்துச் சங்கேதம் (triplet code) என்று பெயர். இந் நான்கு அமிலங்களை மட்டும் வைத்துக்கொண்டு 64 அமினோ அமிலங்களை உண்டாக்கலாம். இந்த மும்மெழுத்துச் சங்கேத

முறையில் தாவரத்தில் உள்ள எல்லா அமினோ அமிலங்களையும் உண்டாக்க முடியும். சில மூவெழுத்துச் சங்கேதங்களும் அவை உண்டாக்கும் அமினோ அமிலங்களும் கீழே குறிக்கப்பட்டுள்ளன:

அமினோ அமிலம்	சங்கேதம்
1. ஹிஸ்டின் (histine)	C A U
2. கிளைஸின் (glycin)	G U G
3. டைரோஸின் (tyrosine)	A U U
4. வாலைன் (valine)	U U G
5. லைஸின் (lycin)	A A A
6. ஹிஸ்டிடின் (histidine)	C A U

இவ்விதமான மூவெழுத்து முறையினால் DNA-யின் சங்கேதத்தை mRNA ரிபோசோமுக்குக் கொண்டுவருகின்றன.

புரதம் உண்டாகும் முறை: அமினோ அமிலங்கள் செல்லில் உள்ள ஆற்றல் பொதிந்த ATP-யுடன் சேர்ந்து ஊக்குவிக்கப்படுகின்றன (activated). இவ்விதம் ஊக்குவிக்கப்பட்ட அமினோ அமிலங்கள் நேராக mRNA-யுடன் சேர முடியாது. அதனால் அது சைடோபிளாசத்தில் உள்ள sRNA-யுடன் சேருகிறது. ஒவ்வோர் அமினோ அமிலத்திற்கும் ஒரு sRNA உண்டு. இந்த sRNAதான் DNA-யிடமிருந்து mRNA கொண்டு வரும் சங்கேதத்தைப் புரிந்துகொள்ளுகிறது. இந்தச் சங்கேதத்தைப் புரிந்து கொண்டு, தன்னுடன் இணைந்த ஊக்குவிக்கப்பட்ட அமினோ அமிலத்தை அதற்குரிய இடத்தில் சேர்க்கிறது. நாம் முன்னர்க் கண்ட உதாரணத்தில் GUG என்ற முதல் சங்கேதம் கிளைஸின் என்ற அமினோ அமிலத்தினையும், இரண்டாவது சங்கேதமான UUG என்பது வாலைன் என்ற அமினோ அமிலத்தினையும் குறிக்கும். sRNA-க்கள் இந்த அமினோ அமிலங்களை இழுத்து வந்து அச்சில் பொருத்திய பின்னர்ப் பிரிந்து விடுகின்றன. இவ்வாறு DNA-யின் சங்கேதம் mRNA-யினால் ரிபோசோமிற்குக் கொண்டு வரப்பட்டு, sRNA அச் சங்கேதத்தினைப் புரிந்துகொண்டு அதற்குரிய அமினோ அமிலங்களைக் குறிப்பிட்ட வரிசையில் அமைத்துக் குறிப்பிட்ட

வரிசையிலான புரதத்தைக் கட்டுகிறது. DNA-யின் சங்கேதம் மாறினால் புரதமும் மாறுபடும்.

ஒரு பாலிபெப்டைடுச் சங்கிலியில் உள்ள அமினோ அமிலங்களின் வரிசையையும் வகையையும் mRNA தீர்மானித்தாலும், mRNA இழைக்கும் அமினோ அமிலங்களுக்கும் நேரிடையான செயல்-எதிர்ச்செயல்கள் (interactions) இல்லை. ஆனால், இது sRNA-யில் நடைபெறுகிறது. தகுதியான ஊக்குவிக்கப்பட்ட அமினோ அமிலங்களை sRNA எடுத்து mRNA-க்குக் கொண்டு செல்லுகிறது. அமினோ அமிலம் ATP-யுடன் சேர்ந்து, அமினோ அமில அடினிலேட் (amino-acid adenylate) என்ற ஊக்குவிக்கப்பட்ட அமினோ அமிலமாகிறது. பிறகு இந்த ஊக்குவிக்கப்பட்ட அமினோ அமிலம் sRNA-யுடன் சேர்ந்து அமினோ-அஸில் RNA (amino-acyl RNA) ஆகிறது. ஒவ்வோர் அமினோ அமிலத்திற்கும் ஒரு sRNA-யும், அந்த அமினோ அமிலத்தை ஊக்குவிக்கக் கூடிய நொதியும் உள்ளன.

sRNA-யின் பாலிநியூக்ளியோடைடு (polynucliotide) சங்கிலியில் ஏதோவோர் இடத்தில் ஒவ்வொரு சங்கேதத்திற்கும் (codon) உரிய எதிர்ச்சங்கேதம் (anticodon) உள்ளதால், sRNA சூழ்நிலைக்கேற்பத் தன்னை மாற்றி அமைத்துக்கொள்ளும் பண்புடையதாகிறது. எதிர்ச்சங்கேதத்தில், சங்கேதத்திற்கு எதிரிடையாக உள்ள பேஸ்கள் அடங்கியிருக்கும். உதாரணமாக, UUU என்ற எதிர்ச்சங்கேதத்திற்கு AAA என்பது சங்கேதமாகிறது. ஏனெனில், அடினீன், யுரேஸில் என்பவை RNA-யில் எதிரிடையான பேஸ்களாக உள்ளன.

நவீனக் கருத்தின்படி புரதச் சேர்க்கையின்போது mRNA-யின் சங்கேத வரிசைக்கும், sRNA-யின் எதிர்ச் சங்கேத வரிசைக்கும் செயல்-எதிர்ச்செயல் ஏற்பட்டு, அதன் விளைவாக mRNA-யின் சங்கேத வரிசை sRNA-யின் எதிர்ச் சங்கேத வரிசையினைக் கவருகிறது. mRNA-யிற்கும் sRNA-யிற்கும் உள்ள செயல்-எதிர்ச்செயல் ரிபோசோமில் நடைபெறுகிறது. mRNA-யிற்கும் ரிபோசோமுக்கும் இவ்வாறு ஏற்படும் தொடர்பு (association) தகுந்த பாலிபெப்டைடு சங்கிலியை உண்டாக்கக்கூடிய பல மாறுபாடுகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. இதனால் ஒவ்வொரு சங்கேதமும் அதற்குரிய அமினோ அமிலங்களைச் சேர்ந்து பாலிமெரைசேஷன் உண்டாக்குகிறது. mRNA-க்குத் தகுந்தவாறு பல ரிபோசோம்கள் ஒரே சமயத்தில் செயல்படுவதனால் பல அமினோ அமிலங்கள் உண்டாக்கப்பட்டு, அவை வரிசைகளாக அடுக்கப்பெற்று, பாலிபெப்டைடு சங்கிலிகளாக மாற்றப்படும்.

பாலிபெப்டைடு சங்கிலி முற்றுப் பெற்றவுடன் அது ரிபோசோமி லிருந்து துண்டிக்கப்பட்டுத் தனியாக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு பாலிபெப் டைடு ரிபோசோமிலிருந்து பிரிக்கப்படுவதற்குரிய காரணம் தெரிய வில்லை. பாலிபெப்டைடுகள் ரிபோசோமிலிருந்து பிரிந்து, சைட்டோபிளாசத்தில் புரதங்களாக மாற்றப்படுகின்றன.

(5) சுவாசித்தல் (Respiration)

எல்லா உயிரினங்களும் உயிர்வாழ ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. ஆற்றல்களுக்கெல்லாம் ஆற்றல் தருவது சூரிய ஒளியே. சூரிய ஒளியில் உள்ள ஆற்றலைப் பசுமையான தாவரங்கள் ஒளிச்சேர்க் கையின்போது வேதி ஆற்றலாக அங்ககப் பொருளில் சேமித்து வைக்கின்றன. சுவாசித்தலின்போது இந்த ஆற்றல் பல வேதி மாற்றங்களுக்குப் பிறகு வெளிப்படுகிறது. உயிரினங்களின் உயிர் வாழ்க்கைக்கு இந்த ஆற்றலே பயன்படுகிறது.

15ஆம் நூற்றாண்டு முதற்கொண்டு ரெஸ்பைரேஷன் (Respiration) என்ற சொல் ஆங்கில வழக்கில் சுவாசித்தலுக்குப் பயன் படுத்தப்பட்டு வருகிறது. ஆனால், இச் சொல்லின் பொருள் காலத் திற்குக் காலம் மாறுபட்டு வந்தது. சுவாசித்தல் என்பது காற்றை உள்ளிழுத்து வெளிவிடும் மூச்சு விடுதலைப் (breathing) போன்றது என்று பெபிஸ் (Pepys, 1666) என்பவர் கருதினார். இத்தகைய விளக்கத்தினால் விலங்குகளும் மனிதனும் மாத்திரம் சுவாசிக்க முடியும் என்றும், தாவரங்களினால் சுவாசிக்க முடியாது என்றும் நம்பினார்கள்.

1837ஆம் ஆண்டில் டுட்ராச்செட் என்பவர் தாவரங்களும் சுவாசிக்கின்றன என்றும், அப்பொழுது ஆக்ஸிஜன் தாவரங்களின் காற்றிடைவெளிகளில் (air spaces) நுழைந்து பயன்படுத்தப் படுகின்றதென்றும் கருதினார்; தாவரத்தின் பசுமையான திசுக்கள் ஒளிச்சேர்க்கையின்போது ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகளை உண்டாக்குவ தால், இத் திசுக்களில் சுவாசித்தல் நன்றாக நடைபெறும் என்று எண்ணினார்.

சுவாசித்தல் என்பது வெறும் வாயுப்பரிமாற்றம் (exchange of gases) மட்டும் நடைபெறும் செயல் அல்ல என்று லவாய்ஷியர் (Lavoisier) என்பவர் கூறுகிறார். 'சுவாசித்தலின்போது தீவிரமான ஆக்ஸீகரணம் நடைபெறுகிறது; எல்லா உயிரினங்களும் சுவாசிக் கின்றன. சுவாசித்தலின்போது சிதை மாற்றங்கள் (katabolic changes) ஏற்பட்டு, ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது' என்று சாக்ஸ் (1887) கூறினார்.

'மூலக்கூறுகள் செல்களில் எரிந்து ஆக்ஸீகரணம் செய்யப்படுகின்றன', என்று மெல்ட்ரம் (Meldrum) என்பவர் கூறுகிறார். சுவாசித்தலின்போது செல் ஆக்ஸீகரணம் நடைபெறுகிறதென்று ஸென்ட் - கியார்கியி (Szent - Gyorgyi, 1938) கருதினார். சுவாசித்தலின்போது சிக்கலான (complex) பொருள்கள் எளிய பொருள்களாக (simple) மாற்றப்பட்டு, அதனால் ஆற்றல் வெளியிடப்படுகிறதென்று ஸ்டைல்ஸ் (Stiles) என்பவரும், லீச் (Leach, 1952) என்பவரும் எண்ணினர்.

சுவாசித்தலின்போது உண்டாகும் பல இடைநிலைப்பொருள்களும் (intermediate products), வேதி மாற்றங்களும் முக்கியமானவை என்று ஜேம்ஸ் (James, 1953) என்பவர் கருதினார். இன்றுள்ள ஆராய்ச்சிகளின் முடிவின்படி சுவாசித்தலின்போது கீழ்க் காணும் மாறுதல்கள் நடைபெறுகின்றன :

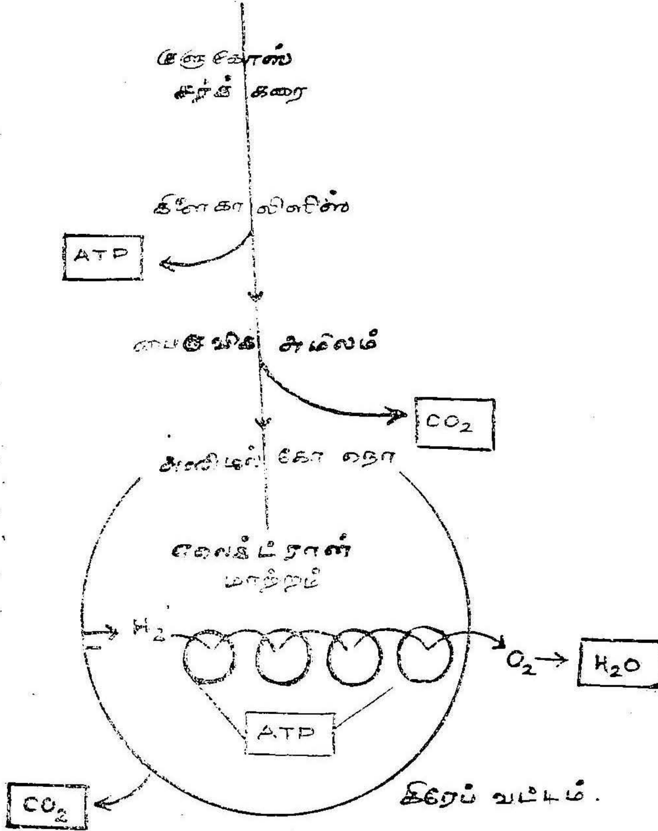
1. சுவாசித்தலின்போது அங்ககச் சேர்மங்கள் (organic compounds) ஆக்ஸீகரணம் செய்யப்படுகின்றன; ஆக்ஸிஜன் கிடைக்கும்போது, கார்பன்டையாக்ஸைடாகவும் நீராகவும் மாறுகின்றன. ஆக்ஸிஜன் கிடைக்காதபோது ஈதில் ஆல்கஹாலாகவும் (ethyl alcohol), கார்பன்டையாக்ஸைடாகவும் மாற்றப்படுகின்றன.

2. சுவாசித்தலின்போது சிக்கலான பெரிய மூலக்கூறுகள் சிதைக்கப்படுவதால், உயிரினத்தின் எடை குறைகிறது.

3. சுவாசித்தலின்போது வெளியான ஆற்றல் முழுவதும் வளர்சிதை மாற்றங்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. அதில் ஒரு பகுதி உயிரினத்தின் வெப்பநிலையை (temperature) உயர்த்துகிறது.

சுவாசித்தலின்போது இரண்டு முக்கியமான நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறுகின்றன. முதலாவது ஒரு குளுகோஸ் மூலக்கூறு (glucose molecule) இரண்டு பைருவிக் அமில மூலக்கூறுகளாக (2 pyruvic acid molecules) மாற்றப்படுகின்றன. இதற்குக் கிளைகாலிஸிஸ் (glycolysis) என்று பெயர். இதில் நடைபெறும் வேதி மாற்றங்களைத் தெளிவாக அறிந்து விளக்கிய அறிஞர்கள் எம்ப்டன் (Embden), மேயர்ஹாஃப் (Meyerhof), பர்னஸ் (Parnas) என்பவர்களாவர். எனவே, இதற்கு எம்ப்டன் மேயர்ஹாஃப் பர்னஸ் பாதை (Embden Meyerhof Parnas Pathway) அல்லது சுருக்கமாக

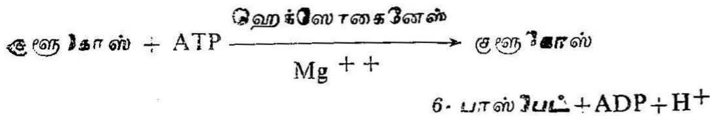
EMP பாதை (EMP Pathway) என்று பெயர். EMP பாதையில் நடைபெறும் மாறுதல்கள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.



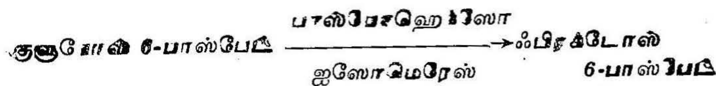
படம் 61. சுவாசித்தல் செயல் முறை விளக்கம்

EMP பாதையில் ஒரு குளுகோஸ் மூலக்கூறு எவ்வாறு 2 பைருவிக் அமில மூலக்கூறுகளாக மாற்றப்படுகின்றன என்றும், அவற்றில் காணும் வேதி மாறுபாடுகளும் வரிசையாகக் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன:

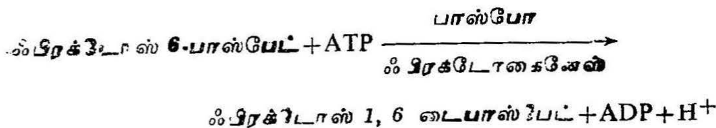
EMP பாதை மாறுபாடுகள்-மாறுபாடு 1-நிலை 1 : ஒரு மூலக்கூறு ATP, ஹெக்ஸோகைனேஸ் (hexokinase) என்ற நொதி, மக்னீஷியம் ஆகியவற்றின் உதவியுடன் குளுகோஸ், குளுகோஸ் 6-பாஸ்பேட்டாக (glucose 6-phosphate) மாறுகின்றன.



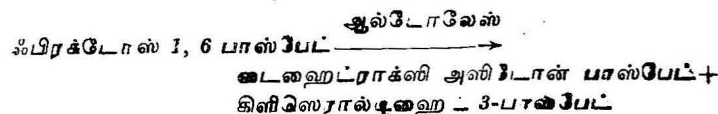
நிலை 2 : குளுகோஸ் பாஸ்போஹெக்ஸோ ஐஸோமெரேஸ் (phospho hexo isomerase) என்ற நொதியின் உதவியினால் குளுகோஸ் 6-பாஸ்பேட் ஃபிரக்டோஸ் 6-பாஸ்பேட் (fructose 6-phosphate) ஆகிறது.



நிலை 3 : ஃபிரக்டோஸ் 6-பாஸ்பேட் இன்னொரு ATP மூலக்கூறின் உதவியினாலும், பாஸ்போ ஃபிரக்டோகைனேஸ் (phospho-fructokinase) என்ற நொதியின் உதவியுடனும் ஃபிரக்டோஸ் 1, 6 டைபாஸ்பேட் (fructose 1, 6 diphosphate) ஆகிறது.



மாறுபாடு 2 : ஃபிரக்டோஸ் 1, 6 டைபாஸ்பேட் என்பது ஆல்டோலேஸ் (aldolase) என்னும் நொதியின் உதவியினால் இரு 3 கார்பன் மூலக்கூறுகளையுடைய டைஹைட்ராக்ஸி அஸிடோன் பாஸ்பேட்டாகவும் (dihydroxy acetone phosphate), கிளிஸெரால்டிஹைட் 3 - பாஸ்பேட்டாகவும் (glyceraldehyde 3-phosphate) மாறுகின்றன.



மாறுபாடு 3 : கிளிசெரால்டிஹைட் 3-பாஸ்பேட் அணங்கப் பாஸ்பேட்டுடனும், கிளிசெரால்டிஹைட் பாஸ்பேட்-டிஹைட்ரஜெனேஸ் (glyceraldehyde phosphate-dehydrogenase) என்ற நொதியுடன் சேர்ந்து 1, 3 டைபாஸ்போ கிளிசெரிக் (1, 3 diphosphoglyceric acid) அமிலமாகிறது.

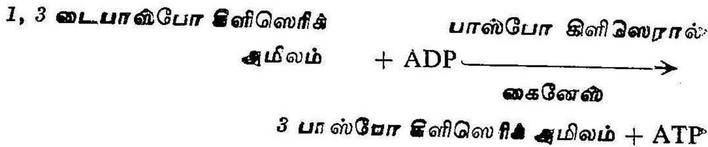
கிளிசெரால்டிஹைட் 3-பாஸ்பேட் +



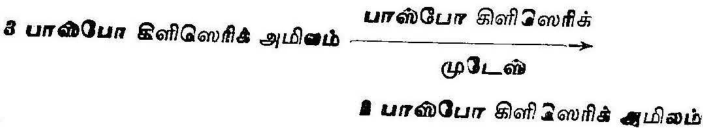
பாஸ்பேட் டிஹைட்ரோஜெனேஸ்



மாறுபாடு 4-நிலை 1 : 1, 3 டைபாஸ்போகிளிசெரிக் அமிலம், பாஸ்போ கிளிசெரால்கைனேஸ் (phospho glycerol kinase) என்ற நொதியின் உதவியினால் 3 பாஸ்போ கிளிசெரிக் அமிலம் (3 phospho glyceric acid) உண்டாகிறது.



நிலை 2 : பாஸ்போ கிளிசெரிக் முடேஸ் (phospho glyceric mutase) என்ற நொதியின் உதவியினால் 3 பாஸ்போ கிளிசெரிக் அமிலம், 2 பாஸ்போ கிளிசெரிக் அமிலமாகிறது.



நிலை 3 : எனோலேஸ் (enolase) என்ற நொதியின் உதவியினாலும், மக்னீஷியம் இணைக்காரணியாகவும் (co-factor) இருந்து, 2 பாஸ்போ கிளிசெரிக் அமிலம், பாஸ்ஃபீனால் பைருவிக் அமிலம் ஆகியவை உண்டாகின்றன.

எனோலேஸ்
2 பாஸ்போ கிளிஸெரிக் அமிலம் + Mg ——————→
பாஸ்ஃபீனல் பைருவிக் அமிலம்

நிலை 4 : பைருவேட் - கைனேஸ் (pyruvate - kinase) என்ற நொதியும், மக்னீஷியம், பொட்டாஷியம் (potassium) ஆகியவை இணைக்காரணிகளாகவும் இருந்து ADP-யுடன் சேர்ந்து பாஸ்ஃபீனல் பைருவிக் அமிலம் பைருவிக் அமிலமாகவும், ATP ஆகவும் மாறுகின்றன.

பாஸ்போஃபீனல் பைருவிக் அமிலம் +

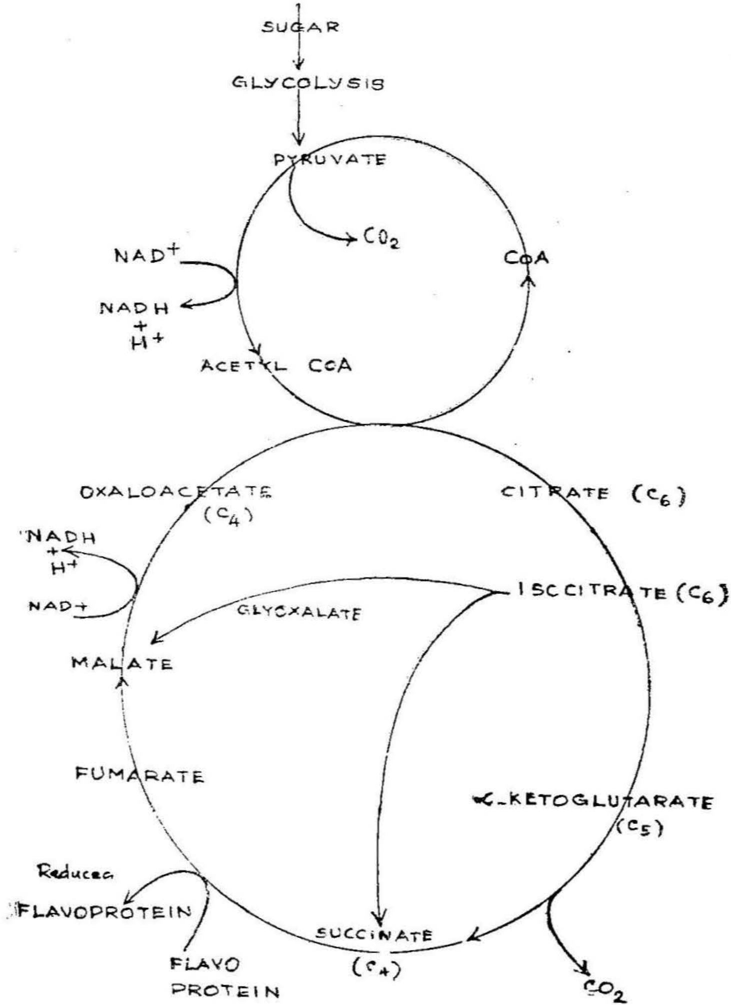
பைருவேட்-கைனேஸ்
Mg + K + ADP ——————→
பைருவிக் அமிலம் + ATP

சுருங்கக் கூறினால், மேற்கூறிய வேதி மாற்றங்களினால் ஒரு குளூகோஸ் மூலக்கூற்றிலிருந்து இரண்டு பைருவேட் மூலக்கூறுகள் உண்டாகின்றன.

குளூகோஸ் + 2 ADP + 2 அங்ககப் பாஸ்பரஸ் + 2 NAD ——→
2 பைருவேட் + 2 ATP + 2 NADP

கிரெப் வட்டம் (Kreb's Cycle) : சுவாசித்தலின் முதல் பாக முடிவில் உண்டாகிய பைருவேட், ஆக்ஸிஜன் கிடைக்கப்பெற்றால் முற்றிலும் ஆக்ஸீகரணம் அடைந்து, கார்டன்டை யாக்ஸைடாகவும் தண்ணீராகவும் மாறும். இதில் நடைபெறும் வேதி மாற்றங்களை யெல்லாம் வரிசையாக, கோவையாகத் தெளிவாக விளக்கிய பெருமை சர் ஹான்ஸ் கிரெப்ஸ் (Sir Hans Krebs) என்பவரைச் சாரும். இதனால் இவ் வேதி மாறுதல்களுக்குக் கிரெப் வட்டம் (Kreb's Cycle) என்று பெயர். இவ் வேதி மாற்றங்களை டிரைகார்பாலிக் ஆஸிட் ஸைகிள் (tri-carbolic acid cycle) அல்லது TCA. ஸைகிள் என்றும் சொல்லுவார்கள். கிரெப் வட்டத்தில் காணும் வேதி மாற்றங்கள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

கிரெப் வட்டத்தில் காணும் வேதி மாறுபாடுகள் கீழே வரிசையாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன;



படம் 62. பைருவேட் ஆக்ஸிஜன் கிடைத்தபொழுது அடையும் மாறுதல்களும், கிரெப் வட்டத்திலுள்ள மாறுதல்களும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

மாறுபாடு 1 : **இணைநொதி** NAD **பைருவிக் அமிலத்தைத்** தூண்டச் **செய்து, அஸிடில்** இணைநொதி A (acetyl co-enzyme A)

NADH, H ஒரு மூலக்கூறு கார்பன்டையாக்ஸைடு முதலியன உண்டாகின்றன.

பைருவிக் அமிலம் + இணைநொதி A + NAD ——→
அஸிடில் இணைநொதி A + NADH + Co_2 + H^+

இம் மாறுபாட்டில் கார்பாக்ஸில் நீக்கமும் (decarboxylation), ஹைட்ரஜன் நீக்கமும் (dehydrogenation), பைருவிக் ஆக்ஸிடேஸ் கூட்டு நொதிகளினால் (pyruvic oxidase complex) நடைபெறுகின்றன.

மாறுபாடு 2: அஸிடில் இணைநொதி A-ஐ ஆக்ஸாலோ அஸிடேட் (oxalo acetate) ஏற்று, சுருக்குகிற (condensing) நொதியினால் ஸிட்ரிக் அமிலமாகவும் (citric acid), இணைநொதி A ஆகவும் மாற்றப்படுகின்றது.

ஆக்ஸால் அஸிடேட் + அஸிடில் இணைநொதி A —சுருக்கும்நொதி→
ஸிட்ரிக் அமிலம் + இணைநொதி A

மாறுபாடு 3: ஸிட்ரிக் அமிலம் அகோனிடேஸ் (aconitase) என்ற நொதியினால் முதலில் ஸிஸ் அகோடினிக் அமிலம் (cis-acotinic acid) ஆகிறது.

ஸிட்ரிக் அமிலம் —அகோனிடேஸ்→ ஸிஸ் அகோடினிக் அமிலம் + H_2O

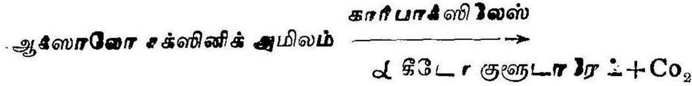
ஸிஸ் அகோடினிக் அமிலம் + H_2O —அகோனிடேஸ்→
ஐஸோஸிட்ரிக் அமிலம்

மாறுபாடு 4: ஐஸோஸிட்ரிக் டிஹைட்ரஜனேஸ் (iso-citric dehydrogenase) நொதி, NADP-யின் உதவியினால் ஐஸோஸிட்ரிக் அமிலத்தின் ஹைட்ரஜன் நீங்கப்பெற்று ஆக்ஸாலோ சக்ஸினிக் அமிலமாகவும் (oxalo succinic acid), NADPH, H^+ ஆகவும் மாறுகின்றன.

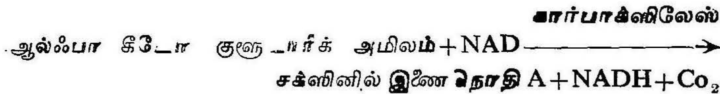
ஐஸோஸிட்ரிக் அமிலம் + NADP —ஐஸோஸிட்ரிக் டிஹைட்ரஜனேஸ்→

ஆக்ஸாலோ சக்ஸினிக் அமிலம் + NADPH + H

மாறுபாடு 5: கார்பாக்ஸிலேஸ் (carboxylase) என்ற நொதி ஆக்ஸாலோ சக்ஸினிக் அமிலத்தை (oxalo succinic acid) ஆல்ஃபா கீட்டா குளூட்டாரேட் (α keto glutarate) ஆக மாற்றி, மற்றொரு மூலக்கூறு கார்பன்டையாக்ஸைடை வெளியேற்றுகிறது.



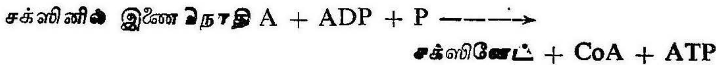
மாறுபாடு 6 - நிலை 1: NAD, இணைநொதி A முதலியவை α கீட்டா குளூட்டாரேட்டைச் சக்ஸினில் இணைநொதி A (succinil co-enzyme A) ஆகவும், NADH ஆகவும், கார்பன்டை ஆக்ஸைடு ஆகவும் மாற்றுகின்றன.



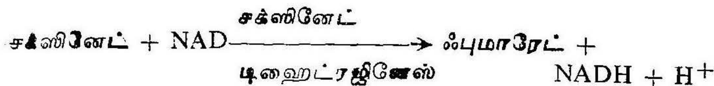
நிலை 2: சக்ஸினில் இணைநொதி A நீருடன் சேர்ந்து சக்ஸினேட் ஆகவும், இணைநொதி A ஆகவும் மாறுகிறது.

சக்ஸினில் இணைநொதி A + H_2O → சக்ஸினேட் + CoA

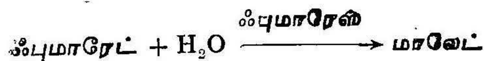
இத்துடன் அனங்ககப் பாஸ்பேட்டும் ADP-யும் சேர்ந்தால், ஒரு மூலக்கூறு ATP வெளியாகிறது. எனவே, இதற்கு 'ஆற்றல் வெளியீடு மாறுபாடு' (exergonic reaction) என்று பெயர்.



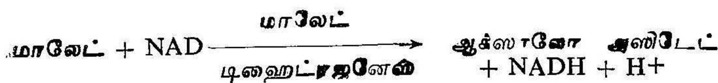
மாறுபாடு 7: சக்ஸினேட் டிஹைட்ரஜெனேஸ் (succinate de hydrogenase) என்ற நொதியின் உதவியினால் சக்ஸினேட், ஃபியூமாரேட் (fumarate) என்ற வேதிப்பொருளாக மாறுகிறது. இத்துடன் ஹைட்ரஜன் நீக்கமும் நடைபெறுகிறது.



மாறுபாடு 8: ஃபியுமாரேஸ் என்ற நொதியின் (fumarase) உதவியினால் ஒரு மூலக்கூறு தண்ணீர் ஃபியுமாரேட்டுடன் சேர்ந்து, மாலேட் (Malate) உண்டாக்குகிறது.



மாறுபாடு 9 : மாலேட் டிஹைட்ராஜனேஸ் என்ற நொதி மாலேட்டை ஆக்ஸாலோ அஸிடிக் அமிலம் (oxalo acetic acid) ஆக்குகிறது. மாலேட்டுடன் NAD சேர்ந்து மாறுபாட்டு முடிவில் NADH ஆகவும், H ஆகவும் மாறுகின்றன.



இந்த ஆக்ஸாலோ அஸிடேட் அஸிடில் இணைநொதி A-யுடன் சேர்ந்து மீண்டும் ஸிட்ரிக் அமிலமாகி, மீண்டும் கிரெப் வட்டத்திற் கண்ட மாறுபாடுகள் திரும்பத்திரும்ப நடைபெற்றுக்கொண்டே யிருக்கின்றன.

கிரெப் வட்ட மாறுபாடுகள் 5 குறைந்த பைரிடின் நியூக்ளியோடைடுகள் (5 reduced pyridine nucleotides = 4 NADH + 1 NADPH) செல்லில் உண்டாக்குகின்றன. 3 வேறு மாறுபாடு களில் கார்பன்டையாக்ஸைடு வெளிப்படுத்தப்படுகிறது.

சுவாசித்தலின்போது வெளியாகும் ஆற்றலின் அளவு : ஒவ்வொரு கிரெப் வட்ட மாறுபாடும் 5 பைரிடின் நியூக்ளியோடைடு களைக் குறைத்து, 3 மூலக்கூறு கார்பன்டையாக்ஸைடை வெளியேற்றுகிறது. 4 NADH+1 NADPH ஆகியவை ATP-யின் சேர்க்கைக்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு மூலக்கூறு குளுகோஸ் ஆக்ஸிகரணம் ஆகும்போது ஆற்றல் பொதிந்த 30 மூலக்கூறு ATP-களைக் கொடுக்கிறது. கிளிகாலிஸிஸ் மாறுபாடுகளின் போது 6 ATP-யும், கிரெப் வட்டத்தின்போது 30 ATP-யும் வெளியாகின்றன. எனவே, ஒவ்வொரு குளுகோஸ் மூலக்கூறு ஆக்ஸிகரணம் பெறும்போது, கார்பன்டையாக்ஸைடாகவும் நீராகவும் மாறும்போதும் 36 ATP மூலக்கூறு ஆற்றலும் வெளிப் படுகிறது.

ஒவ்வொரு ATP மூலக்கூறுக்கும் 12 (k) கலோரி ஆற்றல் தேவைப்படுமானால், 36 ATP மூலக்கூறுகளுக்கு 432 (k) கலோரி ஆற்றல் தேவைப்படும். பொதுவாக ஒரு குளுகோஸ் மூலக்கூறு கலோரிமீட்டரில் (calorimeter) ஆய்வுக்கூடத்தில் ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்பட்டால், 674 (k) கலோரி ஆற்றலை உண்டாக்குகிறது. தாவரங்கள் சுவாசிக்கும் பொழுது ஒரு மூலக்கூறு குளுகோஸ்

ஆக்ஸீகரணம் செய்யப்படும்பொழுது 432 (k) கலோரி ஆற்றல் தான் வெளியாகிறது. குளுகோஸ் மூலக்கூற்றில் பொதிந்துள்ள ஆற்றலில் 64 சதவீதத்தைத்தான் தாவரங்கள் சுவாசித்தலின் மூலம் வெளிப்படுத்துகின்றன.

ஹெக்ஸோஸ் மானோ பாஸ்பேட் பாதை (Hexosemonophosphate Pathway-HMP Pathway): குளுகோஸ் சிதைமாற்றத்திற்கான மற்றொரு பாதையை டிக்கென்ஸ் (Dickens, 1938), வார்பர்க் (Warburg), ஹொராக்கெர் (Horacker, 1955), ராக்கெர் (Racker, 1954) முதலியவர்களின் ஆராய்ச்சிகளினால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இவர்கள் கண்டுபிடித்த HMP பாதையில் கிளிகாலிஸிஸும், கிரெப் வட்ட வேதி மாறுபாடுகளும் நிகழ்வதில்லை. இதில் குளுகோஸ் மூலக்கூறு இரண்டாகப் பிரிந்து டிரையோஸஸ்களாக (triosus) மாறுகின்றன; ஆனால் பைருவேட் ஆக மாறுவதில்லை. HMP பாதையில் குளுகோஸ் நேரிடையாக ஆக்ஸீகரணம் செய்யப்படுகிறது. இதில் பங்கெடுத்துக்கொள்ளும் பைரிடின் நியூக்ளியோடைடுகள் டிரைபாஸ்போ பைரிடின் நியூக்ளியோடைடுகள் (TPN அல்லது NADP) எனப்படும். கிளிகாலிஸிஸில் பங்கெடுத்துக்கொள்ளும் டைபாஸ்போ பைரிடின் நியூக்ளியோடைடுகள் (DPN அல்லது NAD) பங்கெடுத்துக்கொள்ளுவதில்லை. இம் மாறுபாடுகளுக்கு நேரிடையான ஆக்ஸீகரணப் பாதை (direct oxidation pathway), பென்டோஸ் பாஸ்பேட் பாதை (pentose phosphate pathway), ஹெக்ஸோஸ் மானோ பாஸ்பேட் ஷண்ட் (hexose monophosphate shunt) என்ற பெயர்களும் உண்டு.

இதில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளினால் ஒவ்வொரு 6 குளுகோஸ் மூலக் கூறுகளுக்கும் 12 குறைந்த NADPH-கள் உண்டாகின்றன; 6 கார்பன்டைஆக்ஸைடு மூலக்கூறுகள் வெளியேறுகின்றன; 5 பென்டோஸ்கள் செல்லில் விட்டு விடுகின்றன. உண்டாகிய 6 பென்டோஸ்கள் 5 ஹெக்ஸோஸ்களாக மாறுகின்றன. இரண்டு பைருவேட்டுகளாக மாறி EMP வழியில் கிளிகாலிஸிஸ் ஏற்படுகிறது.

(6) நொதிகள் (Enzymes)

ஏராளமான வேதி மாற்றங்கள் ஒன்றாக இணைந்து இயங்குவதால் உயிரினங்கள் உயிர் வாழ்வது சாத்தியமாகிறது. வேதி மாற்றங்களிற்சில எளிய பொருள்களிலிருந்து சிக்கலான பொருள்களாகின்றன; சில சிக்கலான பொருள்களிலிருந்து எளிய பொருள்களாகின்றன. சில ஆற்றலைப் பயன்படுத்துகின்றன; சில ஆற்றலை

வெளியிடுகின்றன. சில ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்படுகின்றன; சில குறைக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய வேதி மாற்றங்கள் யாவும் ஒரு வரிசையில் ஒழுங்காக நடைபெறுவதற்குக் காரணமானவை புரதங்களினாலாகிய நொதிகள் ஆகும்.

நொதிகள் உயிரினங்களில் அவற்றின் உடல் வெப்ப நிலையிலேயே செயல்படுகின்றன. இதே விதமான வேதி மாறுபாடுகளை ஆய்வுக்கூடத்தில் நிகழ்த்த வேண்டுமானால் அதிகமான வெப்ப நிலையும், சில சமயங்களில் பல துணைப் பொருள்களும் தேவைப்படுகின்றன.

கிரேக்கர்கள் காலத்திலேயே ஒயின் காடியாவதற்கு (fermentation of wine) நொதிச் செயலைப் பயன்படுத்தினார்கள். ஒயினின் தரத்தை உயர்த்துவதற்காகப் பல ஆராய்ச்சிகள் செய்யப்பட்டன. இறுதியாக இதற்கு உயிருள்ள செல்கள் பங்கெடுத்துக்கொள்ளுவது அவசியம் என்று லூயி பாஸ்டியர் கண்டுபிடித்தார். ஈஸ்ட் செல்களின் சாரத்தை எடுத்துத் திராட்சை ரசம் காடியாவதற்கும் (fermentation) பயன்படுத்தப்பட்டது என்று எட்வார்டு புக்னெர் (Edward Buchner, 1897) முதன்முதலில் கண்டுபிடித்தார். காடியாக்க உபயோகமாயுள்ள பொருள் ஸைமேஸ் (zymase) எனப்படும். இக் கண்டுபிடிப்புப் புதிய அறிவியற்துறைக்கு வழி வகுத்தது.

யூரியேஸ் (urease) என்ற நொதியினை ஜேம்ஸ் பி. சம்னெர் (James B. Sumner, 1926) படிக வடிவத்தில் (crystalline form) கண்டுபிடித்தார்; இந் நொதி புரதத்தினால் ஆகியது என்றும் கண்டார். இதற்குப் பிறகு அமிலேஸ் (amylase), டிரைப்ஸின் (trypsin), பாபைன் (papain) போன்ற நொதிகளும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

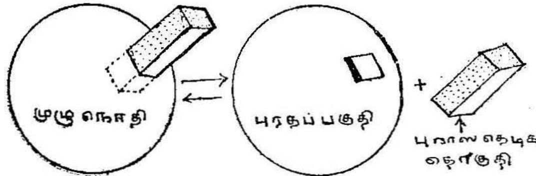
நொதிகளின் பெயர்கள் : நொதியின் பெயர் அது செயல்படும் தளப்பொருளைப் பொறுத்து (substrate) ase என்று முடியும். உதாரணமாக, மால்டோஸ் (maltose) என்ற மாவுப்பொருளில் மாறுபாடு உண்டாக்கும் நொதிக்கு மால்டேஸ் (maltase) என்று பெயர். இப்பொழுது நொதிகளைப்பற்றிப் பல நாடுகளில் ஆராய்ச்சி செய்யும் அறிஞர்கள் பலர் ஒன்று சேர்ந்து நொதிகள் குழு (enzyme commission) ஒன்றை நிறுவியுள்ளனர். இக் குழுவினர் நொதிகளுக்கென வழங்கும் பல பெயர்களையும் ஆராய்ந்து, ஒவ்வொரு நொதிக்கும் இன்ன பெயர் என்று கட்டுப்படுத்தியுள்ளனர்.

நொதிகளின் அமைப்பு: நொதிகள் புரதங்களினால் ஆகியவை. அவை தனிப் புரதங்களாகவோ, புரதமல்லாத மற்றொரு பொருளுடன் சேர்ந்த கூட்டுப் புரதங்களாகவோ காணப்படும். நொதிகள் புரதங்களாக இருப்பதனால், புரதங்களின் பண்புகள் யாவும் நொதிகளுக்கும் உள்ளன.

நொதிகளில் புரதப் பகுதியுடன் புரதமல்லாத மற்றொரு பகுதியும் காணப்படும். இப் பகுதிக்குப் புரோஸ்தெடிக் பகுதி (prosthetic group) என்று பெயர். இப் பகுதியில் அங்ககப் பொருள்களோ, அனங்ககப் பொருள்களோ காணப்படும். புரோஸ்தெடிக் தொகுதியில் அடங்கியுள்ள பொருள்களாவன :

1. ஹீம் (Heme) போன்ற இரும்பு பார்ஃபிரின்கள் (porphyrins)
2. ரிபோஃபிளேவின் மானோ பாஸ்பேட் (riboflavin mono-phosphate)
3. ஃபிளேவின் அடினைன் டை நியூக்ளியோடைடு (flavin adenine di nucleotide). இவை இரும்பு, செம்பு, மாலிப்டினம், மாங்கனீஸ் போன்ற உலோக அயனிகளில் கலந்திருக்கும்.
4. மக்னீஷியம் அயனியுடன் இணைந்த டை பாஸ்போ தையமின் (di phospho thiamin)
5. பைரிடாக்ஸால் பாஸ்பேட் (pyridoxal phosphate)
6. செம்பு, துத்தநாக, மக்னீஷிய உலோக அயனிகள்.

நொதியில் காணும் புரதப் பகுதியும், புராஸ்தெடிக் பகுதியும் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 63. நொதியின் அமைப்பு

கொலாய்டுகள் (Colloids) : இயற்பியற்பண்பில் நொதிகள் கொலாய்டுகளைப் போல் உள்ளன. நொதிகளில் உள்ள மூலக்

கூறுகளின் அளவு கொலாய்டுத் துகள்களின் அளவிற்குச் சமமாய் உள்ளன. இவற்றின் மூலக்கூற்று எடை மிகவும் அதிகமாக உள்ளது. உதாரணமாக, காடலேஸ் (catalase) என்னும் நொதியின் மூலக்கூற்று எடை 2,48,000.

நொதிகளின் பண்புகள்-(1) வினையூக்கிகள் (catalysts): நொதிகள் யாவும் வினையூக்கிகளின் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. எனவே, நொதிகள் யாவும் வினையூக்கிகளாகச் சொல்லப்படுகின்றன. இவை வேதி மாறுபாடுகளின் வேகத்தை அதிகரிக்கச் செய்கின்றன (accelerates chemical reactions). வேதி மாற்றத்தின் முடிவில் இவ் வினையூக்கிகளான நொதிகள் எவ்விதமான மாற்றமும் அடையாமல் தம் இயல்பான வடிவத்தோடு தோன்றுகின்றன. வினையூக்கிகளைப் போலவே நொதிகளும் மிகச் சிறிய அளவிலேயே தேவைப்படுகின்றன. உதாரணமாக, சுக்ரேஸ் (sucrase) என்னும் நொதி அதன் எடையைப் போன்று 10 இலட்சம் மடங்கு அதிகமான சர்க்கரையைச் சிதைவடையச் செய்கிறது. பெராக்ஸிடேஸ் (peroxidase) என்னும் ஒரு மூலக்கூறு நொதி, 5 மில்லியன் ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடு மூலக்கூறுகளை ஒரே நிமிஷத்தில் பெராக்ஸைடு ஆகவும், நீராகவும் மாற்றுகிறது. இப் பண்பினால் நொதிகளை 'உயிரி வேதியியல் தரகர்கள்'(bio-chemical middlemen) என்று ஜான் பிஃபெர் (John Pfeiffer) என்பவர் கூறுகிறார்.

(2) வெப்ப உணர்வு பெற்றவை (Heat Sensitive) : பெரும்பாலான நொதிகள் 60°C வெப்ப நிலைக்கு வந்தவுடன் செயலற்றுப் போய் விடுகின்றன. மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலைகளில் நொதிகள் முழுமையாகச் செயலற்றுப் போவதில்லை. இப் பொதுப் பண்பிறுக்கு விதிவிலக்காக ஸ்போர்கள், விதைகள் ஆகியவற்றில் உள்ள நொதிகள் 100°C முதல் 120°C வெப்பநிலையிலும்கூடச் சிதைவடையாமல் சில காலம் இருக்கும்.

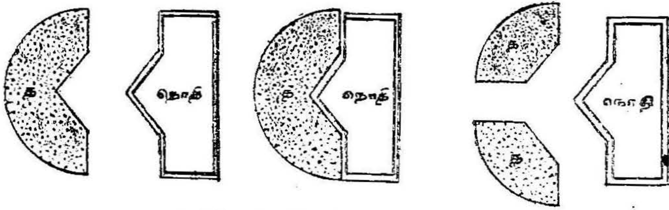
(3) குறிப்புச் சார்பு (Specificity): ஒரு சமயத்தில், ஒரு குறிப்பிட்ட நொதி, ஒரு தளப்பொருளில்தான் வினையாற்ற முடியும். உதாரணமாக, மால்டோஸ், செல்லோபையோஸ் (cellobiose) என்றும், ஒரே மூலக்கூற்று வாய்பாடு (molecular formula) உடைய இரு சர்க்கரைப் பொருள்களையும், மால்டேஸ் (maltase) செல்லோபையேஸ் (cellobiase) என்னும் தனித்தனியான நொதிகளினால் வேதி மாற்றங்கள் செய்யப்படுகின்றன.

மீள் வினைகள் (Reversible Reactions): மாவு (starch), மால்டோஸ், சுக்ரோஸ் (sucrose) ஆகியவற்றைச் சிதைக்கப்

பயன்படுத்தப்படும் நொதிகளே அவற்றைக் கட்டவும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. லிபேஸ் (lipase) என்னும் நொதி கொழுப்புகளைக் (fats) கொழுப்பு அமிலங்களாகவும் (fatty acids), கிளிஸேராலாகவும் (glycerol) மாற்றுகிறது. லிபேஸ், இவ்விரு பொருள்களையும் தகுந்த சூழ்நிலைகளில் இணைத்து மீண்டும் கொழுப்பை உண்டுபண்ணுகின்றது.

நொதிகளின் செயல் முறை (Mechanism of Enzyme Action:):
தளப்பொருள் + நொதி ————→ மாறுபாடுகளின் விளைவுகள் + நொதி

நொதிகள் வினையூக்கிகளாக இருப்பதால், தளப்பொருள்களுடன் சேர்ந்து பல பொருள்களை உண்டாக்கிய பின்னும், தம் நிலையில் எவ்விதமான மாறுதலும் இல்லாமல் இருக்கின்றன. நொதியினால் விளையும் மாறுபாடுகள் சாதாரண வெப்ப நிலையில் நடை பெறுகிறது.

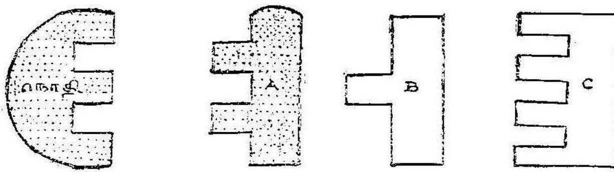


படம் 64. நொதி செயல் புரியும் விதம்
த, தளப்பொருள்

நொதிகள் எவ்வாறு செயல்படுகின்றன என்பதற்குப் பால் ஃபீல்ட்ஸ் (Paul Fields) என்பவரும், டி. டி. வுட்ஸ் (D. D. Woods) என்பவரும் ஒரு கோட்பாட்டினை உருவாக்கினார்கள். இதற்குப் பூட்டுச் சாவிக் கோட்பாடு (Lock and Key Hypothesis) என்று பெயர். எவ்வாறு பூட்டு அதற்குத் தகுந்த சாவியை நுழைத்துத் திருகினால் திறந்துகொள்ளுகிறதோ, அதே மாதிரி தளப்பொரு ளுடன் தகுந்த நொதி இணைந்து செயல்பட்டால், தளப்பொருள் அதன் உபபொருள்களாக மாறும்; நொதி அதன் தன்மையி லிருந்து மாறுபடாதிருக்கும்.

இக் கொள்கையின் மூலம் நொதிக்கும் தளப்பொருளுக்கும் ஓர் இணைப்பு ஏற்படுகிறது. ஒவ்வொரு நொதியின் பரப்பும்

தளப்பொருளுக்குத் தகுந்தவாறு அமைந்திருப்பதால், சில சமயங்களில் நொதித் தளப்பொருள் கூட்டு (enzyme substrate complex) ஏற்படுகிறது. வேதிப் பொருள்கள் இருப்பதை நிறமாலை விளக்கப் பகுப்பின் மூலம் (spectrographic analysis) அறிந்துகொள்ளலாம். ஒவ்வொரு கரைசலுக்கும் குறிப்பிட்ட நிறமாலைச்

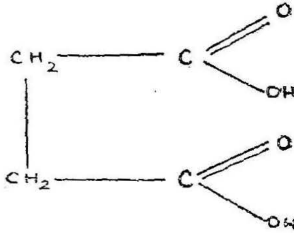


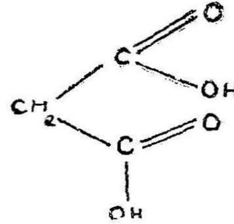
படம் 65. பூட்டுச்சாவிக் கோட்பாடு
(ABC என்ற மூன்று தளப்பொருள்கள் இருந்தாலும். A என்ற தளப் பொருளுடன் சேர்ந்துதான் நொதி செயல்படும்.)

சேர்க்கை (spectral composition) உண்டு. பெராக்ஸிடேஸ்-ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடு என்ற நொதித் தளப்பொருள் கூட்டின் நிறமாலைச் சேர்க்கையானது தனித்தனியாக பெராக்ஸிடேஸ், ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடு என்ற பொருள்களின் நிறமாலைச் சேர்க்கைகளைவிட வேறுபட்டது என்று டேவிட் கீலின் (David Keilin), தாட்டியஸ் மான் (Thaddeus Maun) என்ற ஆங்கில நாட்டு அறிவியலறிஞர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். நிறமாலை உறிஞ்சு அமைப்பு (absorption pattern of the spectrum) மாறுபாடு தொடங்கும்போது ஒருவிதமாகவும், மாறுபாடு முடியும்போது ஒருவிதமாகவும் காணப்படுகிறதென்று பிரிட்டன் சேன்ஸ் (Britton Chance) என்பவர் காட்டினார். முதலில் கண்ட நிறமாலை அமைப்பு நொதித் தளப்பொருள் கூட்டினால் ஏற்பட்டது என்று இவர் கூறுகிறார்.

இக் கொள்கையைப் போட்டித்தடுப்பின் (competitive inhibition) மூலமாகவும் நிரூபிக்கலாம். ஒரு நொதியின் ஊடகத்தில் தளப்பொருளையொத்த மூலக்கூறுக் கட்டமைப்பு (molecular construction) உடைய பொருளைச் சேர்த்தால், நொதி தடை செய்யப்பட்டு, அது இயல்பாக நிகழ்த்தும் மாறுபாட்டினைச் செய்வதில்லை. இதற்கு உதாரணமாக, சக்ஸினிக் அமில டிஹைட்ரஜினேஸ் (succinic acid dehydrogenase), சக்ஸினிக் அமிலம் (succinic acid), மலோனிக் அமிலம் (malonic acid) முதலியவற்றைக் கூறலாம்.

இரண்டு அமிலங்களின் வாய்பாடுகளை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், சக்ஸினிக அமிலத்தைவிட மலோனிக் அமிலத்தில் ஒரு CH_2 தொகுதி குறைவாக உள்ளது. இப்பொழுது சக்ஸினிக் அமில





சக்ஸினிக் அமிலம் மலோனிக் அமிலம்

படம் 66. சக்ஸினிக், மலோனிக் அமிலங்களின் வேதி அமைப்பு

டிஹைட்ரஜினேஸ் என்ற நொதியின் ஊடகத்தில் மலோனிக் அமிலத்தை விட்டால், நொதி மலோனிக் அமிலத்துடன் இணைந்து விடுவதனால், நொதிச்செயல் நடைபெறாமல் ஹைட்ரஜன் நீக்கம் நடைபெறுவதில்லை. இந்த மாறுபாடு தவறான சாவி பூட்டில் மாட்டிக்கொண்டு இரண்டையும் உடைத்து, ஊறு செய்யாமல் பிரிக்க முடியாததைப் போன்றுள்ளது.

நொதி மூலக்கூறின் பரப்பு முழுவதும், தளப்பொருள் மூலக்கூறு முழுவதும் இணைக்கப்படுகிறதா? இல்லை. ஏனெனில், எப்பொழுதும் தளப்பொருள் மூலக்கூறு நொதி மூலக்கூறினைவிடச் சிறியதாகவே உள்ளது. இதிலிருந்து பெறப்படுவது யாதெனில், நொதி மூலக்கூறின் ஒரு பகுதியே செயல் திறனுடையது. நொதியில் உள்ள சில புரதங்கள் அதன் செயலுக்குத் தேவையற்றவையாக உள்ளன. நார்த்தாப் (Northop) என்பவர் செய்த ஆராய்ச்சி இதை உறுதிப்படுத்துகிறது.

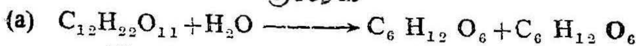
பெப்ஸின் (pepsin) என்ற நொதியில் டைரோஸின் (tyrosin) என்ற அமினோ அமிலம் இருக்கும் பகுதியில் சில அஸிடைல் தொகுதிகளை (acetyl groups CH_3CO) விட்டபோது, நொதி செயலற்றுப்போய்விடுகிறது. இதே அஸிடைல் தொகுதிகளை நொதியின் லைஸின் என்ற அமினோ அமிலம் இருக்கும் பகுதிகளில் விட்டால், நொதி செயலாற்றுகிறது. இதிலிருந்து பெப்ஸின் என்ற நொதியில் டைரோஸின் உள்ள பகுதி செயல்திறம் பெற்றது என்று அறிகிறோம்.

படம் 67. போட்டி அடக்கல்
A- சக்சினிக் அமிலம்
B- மலோனிக் அமிலம்

பேபைன் என்ற புரோட்டியோலிடிக் நொதியில் 2/3 பங்கு அமினோ அமிலங்களை நீக்கிய பின்னரும், அது செயல்திறம் பெற்றதாகவே விளங்குகிறது என்று ஸ்மித் (Smith) என்பவரும், அவருடைய தோழர்களும் நிரூபித்தார்கள்.

நொதிகளின் வகைகள் (Types of Enzymes) : நொதிகளை அவற்றின் வேதி மாறுபாடுகளுக்கு ஏற்ற வகையில் பல வகைகளாகப் பிரிக்கலாம் :

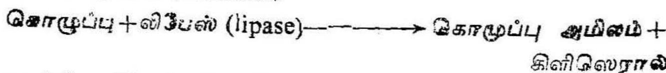
1. நீர்ப்பகுப்பு நொதிகள் (Hydrolysing Enzymes): இவ்விதமான நொதிகளின் செயல் நீர் இருப்பதனால் ஏற்படுகிறது. செரிக்கும் நொதிகள் (digestive enzymes) யாவும் இவ் வகையைச் சேர்ந்தவை. ஒரு மூலக்கூறு சுக்ரோஸை (sucrose) சுக்ரேஸ் (sucrase) என்னும் நொதி குளுகோஸாகவும் (glucose), ஃபிரக்டோஸாகவும் (fructose) மாற்றுகிறது.



(a) $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{சுக்ரேஸ்}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$

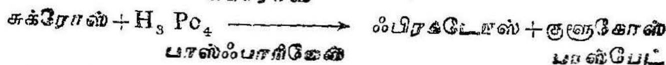
சுக்ரோஸ் — குளுகோஸ் — ஃபிரக்டோஸ்

(b) எஸ்டெரேஸஸ் (esterases)



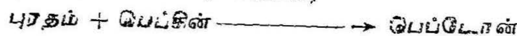
கொழுப்பு + லிபேஸ் (lipase) ⟶ கொழுப்பு அமிலம் + கிளிசெரால்

(c) பாஸ்ஃபாரிலேஸ்கள் (phosphorylases)



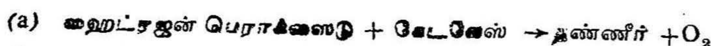
சுக்ரோஸ் + $H_3 Po_4$ $\xrightarrow[\text{பாஸ்ஃபாரிலேஸ்}]{\text{சுக்ரோஸ்}}$ ஃபிரக்டோஸ் + குளுகோஸ் பாஸ்பேட்

(d) புரோட்டியேஸ்கள் (Proteases)



புரதம் + பெப்சின் ⟶ பெப்டோன்

2. சிதைவு நொதிகள் (Desmolysing Enzymes): இவ்விதமான நொதிகள் மாறுபட்டான பல வேதி மாற்றங்களுக்கு உதவி செய்கின்றன. பொதுவாக இவை கார்பன் அணுக்களின் (carbon atoms) பிணைப்பை அறுக்கின்றன. மூலக்கூறின் ஒரு பகுதியிலிருந்து அணுக்களையோ, அணுக்களின் தொகுதிகளையோ சேர்க்கின்றன அல்லது எடுத்து விடுகின்றன. இவ் வகையான நொதிகளில் பெரும்பாலானவை சுவாசித்தலில் பங்கெடுத்துக்கொள்ளுகின்றன.



(a) ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடு + கேடலேஸ் ⟶ தண்ணீர் + O_2

(b) ஆக்ஸிடேஸ்கள் (oxidases)

குறைந்த சைட்டோகுரோம் C + சைட்டோகுரோம் ஆக்ஸிடேஸ் →
(reduced cytochrome C) (cytochrome oxidase)

ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்பட்ட சைட்டோகுரோம் C
(oxidised cytochrome C)

(c) டிஹைட்ரஜினேஸ்கள் (dehydrogenases)

ஈதில் ஆல்கஹால் + ஆல்கஹால்டிஹைட்ரஜினேஸ் → அஸிடால்டிஹைட்
(acetoldehyde)

(d) டிரான்ஸ்பாஸ்பாரிலேஸ்கள் (transphosphorylases)

குளுகோஸ் + ஹெக்ஸோகைனேஸ் → ADP + குளுகோஸ் + ATP

(e) டெஸ்மோலேஸ்கள் (desmolases)

ஃபிரக்டோஸ் 1, 6 டைபாஸ்பேட் + ஆல்டோலேஸ் ——→
டைஹைட்ராக்ஸி அஸிடோன் பாஸ்பேட் +
3 பாஸ்போ கிளிஸெரால்டிஹைட்

(f) ஹைட்ரேஸ்கள் (hydrases)

அகோனிடிக் அமிலம் + H_2O + அகோனிடேஸ் ——→
ஐசோஸிட்ரிக் அமிலம் (isoeitric acid)

(g) கார்பாக்ஸிலேஸ்கள் (carboxylases)

பருவிக் அமிலம் + பருவிக் அமில ——→ அஸிடால் டிஹைடு +
கார்பாக்ஸிலேஸ் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு

தாவரங்களில் நொதிகளின் வியாபகம் (Distribution of Enzymes in Plants): இக்காலத்தில் உயிரணுச்செல்லிற்கு வெளியே நொதிகளின் செயல்களை ஆராய ஒரு செயல்முறையை (technique) அறிவியலறிஞர்கள் தேர்ந்தெடுத்துள்ளார்கள். இத்தகைய செயல் முறை ஆய்வுகளுக்கு ஒருசெல் தாவரங்களான ஈஸ்டு, பாக்டீரியா, பாசிகள் ஆகியவை உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றில் காணும் புரதத்தின் அளவு அதிகமாகவும், சிக்கலான அமைப்பு எதுவும் இல்லாமல் எளிய அமைப்பு உடையவையாகவும் இருப்பதால், ஆய்வுகளுக்கு மிகவும் பயன்படுகின்றன. செல்களில் ரிபோசோம்கள் இருக்கும் பகுதிகளில் புரதச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது எனக் கண்டோம். இவ்விடங்களில் பெப்டைடு சங்கிலிகளை உண்டு பண்ணும் நொதிகள் உள்ளன.

பெரும்பாலான நொதிகள் செல்களின் வளர்சிதை மாற்றங்களில் பங்கெடுத்துக்கொள்ளுகின்றன. இவ்விதமான வளர்சிதை மாற்றங்கள் அதிகமான அளவில் நடைபெறும் பகுதிகளில்

நொதிகளும் அதிகமான எண்ணிக்கையில் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாகப் பசுங்கணிகங்களிலும், மைட்டோகோண்டிரியாக்களிலும் நொதிகள் அதிகமான எண்ணிக்கையில் காணப்படுகின்றன. மைட்டோகோண்டிரியாவில் சுவாசித்தல் நடைபெற்று ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. எனவே, இதில் பைருவேட் ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்பட்டுக் கார்பன் டை-ஆக்ஸைடாகவும் தண்ணீராகவும் மாற்றப்படுவதற்குரிய எல்லா நொதிகளும் காணப்படுகின்றன. எலெக்ட்ரான்கள் ஆக்ஸிஜனை அடைந்து நீராவதற்குரிய நொதிகளும் இதில் அடங்கும்.

கிரெப் வட்டத்திலிருந்து உண்டாகிற இடைநிலைப்பொருள்கள் ஆக்ஸிஜனுக்குச் சைட்டோகுரோம் வழியாகவோ அல்லது எலெக்ட்ரான் பெயர்ச்சித் தொகுதியின் மூலமாகவோ (electron transport system) சென்று, ஆற்றல் பொதிந்த ATP-ஐ உண்டாக்குகின்றன.

பசுங்கணிகத்தில் பல மாறுபட்ட நொதிகள் காணப்படுகின்றன. ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும்பொழுது ஏற்படும் இருள் மாறுபாட்டில் பல வேதி மாறுபாடுகள் நடைபெறுவதற்குரிய பல நொதிகள் பசுங்கணிகத்தின் ஊடகத்தில் (matrix) காணப்படுகின்றன. இவற்றுடன் ATP உண்டாக்கக்கூடிய சைட்டோகுரோம் நொதிகளும் உள்ளன. பசுங்கணிகங்களில் கரோட்டின்களை உண்டாக்கும் நொதிகளும் காணப்படுகின்றன.

நியூக்ளியஸிலும் பல நொதிகள் அமைந்துள்ளன. DNA மூலக்கூறு இரட்டித்தலுக்குக் காரணமான பல நொதிகள் நியூக்ளியஸில் உள்ளன. கிளிகாலிஸிஸ் நடைபெறுவதற்கும், HMP பாதையில் நடைபெறும் வேதிமாறுபாடுகள் நிறைவேறுவதற்குமுரிய நொதிகளும் சைட்டோபிளாசத்தில் காணப்படுகின்றன.

செல்களினுள்ளே காணப்படும் நொதிகள் அகநொதிகள் (endoenzymes) எனப்படும். இவற்றைத் தவிரப் பல புறசெல் நொதிகளும் (extra cellular enzymes) பாக்டீரியாக்களிலும், பூஞ்சைகளிலும் காணப்படுகின்றன. இவை செல்களுக்குப் புறத்தே நடைபெறும் செரித்தலுக்கும், செல்லுக்குள்ளே ஊட்டப் பொருள்களைக்கொண்டு செல்வதற்கும் பயன்படுகின்றன. சிக்கலான அமைப்புடைய செல்சவ்வுகளில் நுழைய முடியாத சில புரதபாலி சாக்கரைடு மூலக்கூறுகளைப் (polysachharide molecules) பாக்டீரியாக்கள் ஊட்டப் பொருள்களாகக் கொள்கின்றன. பாக்டீரியாவினின்றும் சுரந்த சில

நொதிகள் பெரிய மூலக்கூறுகளைச் சிறியதாக்கிய பிறகு செல்லில் நுழைகின்றன.

(7) வளர்ச்சி (Growth)

தேவையான பொருள்கள்: தாவரங்களின் வளர்ச்சியைப்பற்றி 1860ஆம் ஆண்டிற்கு முன் அறிஞர்கள் போதிய கவனம் செலுத்தவில்லை. 1842ஆம் ஆண்டில் முன்டெர் (Munter) என்பவர் ஓர் உறுப்பின் வளர்ச்சி வெளிக்காரணிகளினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை; அது மெதுவாக வளர்ச்சியுற்று அதன் உச்ச அளவினை அடைகின்றதென்று கருதினார்.

ஒவ்வொரு தாவரத்திலும் உள்ள 'வளர்ச்சிப் பெருங்காலத்தை' (grand period of growth) சாக்ஸ் ஆராய்ந்தார். வளர்ச்சிப் பெருங்காலத்தின் மாறுபாடுகளைப் பாரானெட்ஸ்கி (Baranetsky, 1879) ஆராய்ந்து, சில தாவரங்களின் வளர்ச்சிப் பெருங்காலத்தில் ஓர் இலயம் அல்லது ஒழுங்கு (rhythm) இருப்பதையும், மற்றுஞ்சில தாவரங்களில் இஃது ஒழுங்கற்ற முறையில் இருப்பதையும் கண்டார். தாவரங்களில் நடைபெறும் வளர்ச்சி விதம் (rate of growth) ஓர் ஒழுங்கில் அமைந்திருப்பதில்லை என்று ட்ருட் (Drude, 1881) என்பவர் கூறினார்.

செல்களின் விறைப்பு நிலைக்கும் தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கும் உள்ள உறவு முறையினை 1871ஆம் ஆண்டில் சாக்ஸ் கண்டார். இவர் ஆக்ஸானோமீட்டரைப் (auxanometer) பயன்படுத்தி வளரும் தண்டுமுனையில் உள்ள வளர்ச்சியின் நிலைகளைக் கண்டுபிடித்தார்; தண்டுநுனியில் செல்பகுப்புப் பகுதி (region of cell division), என்றும் செல் நீட்சிப்பகுதி (region of cell elongation) என்றும் இருப்பதை அறிந்தார். செல் நீட்சிப்பகுதி என்பது வேர்களில் நீளமானப் பகுதியாகக் காணப்படும்.

நீர்த்தாவரங்களில் (hydrophytes) காணும் துரிதமான வளர்ச்சி 30 முதல் 60 கணுவிடைப்பகுதிகளில் வியாபித்திருக்கும் என்று ஆஸ்கெனஸி (Askenasy, 1880) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். இலைகளில் உள்ள இடைநிலை வளர்ச்சிப்பகுதிகளை (intercalary growth regions) ஸ்டெப்லர் (Stebler, 1878) கண்டார்; இலைகளில் ஒரு செல்பகுப்புப் பகுதியும், அதன் இருபுறங்களிலும் இரு துரித வளர்ச்சிப்பகுதிகளும் உள்ளன என்று கண்டுபிடித்தார்.

தாவரங்களின் சீரான வளர்ச்சிக்கு நீர் தேவை எனச் சோரார் (Sorauer, 1873) பரிசோதனைகளின்மூலம் கண்டார்.

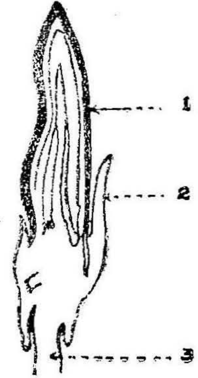
வளர்ச்சிக்கு ஆதாரமான செல் விறைப்புநிலை தாவரங்கள் நீர் உறிஞ்சியதால் ஏற்படும் என்று டி விரிஸ் கண்டுபிடித்தார். தாவரங்களின் பல உறுப்புகளிலும், மாறுபட்ட வளர்ச்சி வீதத்திலும், மாறுபட்ட வளர்ச்சி வியாபகத்திலும் ஓர் இழுவிசை (tension) ஏற்படுகிறது என்று ஹாஃப்மீஸ்டர், சாக்ஸ், கிராஸ் (Kraus), நாகெலி, ஷ்வாண்டெனர் கருதினார்கள். இந்த இழுவிசைகளின் மாற்று விளைவு செல்களில் உண்டாகும் டைலோசஸ் (tylosus) ஆகும் என ரீஸ் (Rees, 1868) கண்டுபிடித்தார். எவ்விதமான வெளி ஆதிக்கங்களும் (external influences) இல்லாமலிருந்தால் தாவரங்கள் நேராகவே வளரும் என வோட்டிங் (Vochting, 1882) கூறினார். தாவரங்களின் பற்றுக்கம்பி நுனிகளில் (tendril tips) சுற்று இயக்கம் (circum-nutation) இருப்பதைச் சாக்ஸ் கண்டார். இதற்குப் புவியீர்ப்பே காரணம் என்று பாரனெட்ஸ்கி கருதினார். எல்லா விதமான உறுப்புகளிலும் இவ்விதமான சுற்று இயக்கம் காணப்படுகிறதென்று டார்வின் கூறினார்.

'ஒழுங்கான வளர்ச்சிக்கு ஓர் ஒளிச்செறிவு அமைப்பு (light intensity) தேவைப்படுகிறது' என்று விஸ்னெர் (Weisner) கண்டார். செறிவு மிகுந்த ஒளியைப் பசுந்தாவரங்களில் ஒரே நிலையாகப் பல காலம் பாய்ச்சினால், அத் தாவரம் இறந்துவிடும் என்று பிரிங்ஷீம் (1879) கண்டார். ஒளிச்செறிவு மிகுந்துள்ளபோது கிராஸ்ஸுலேசிக் (crassulaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த சில தாவரங்களின் இலைகளில் உள்ள பசுங்கணிகங்கள் இடம் மாறிக்கொள்ளுகின்றன என்று போம் (Boehm) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். ஒளிச்செறிவு மாறுபாடுகளுக்கேற்றவாறு பசுங்கணிகங்கள் இடம் மாறுகின்றன என ஃபிராங்க் கூறினார்.

தொட்டாற்சிணுங்கியின் (mimosa pudica) இலைகள் ஒளி மிகுதியினால் தூங்குவது போன்ற நிலையில் உள்ளன என்று புருக் (Bruke, 1848) கண்டார். இதற்கான காரணங்களைப்பற்றி துட்ராச்செட், மில்லார்டெட் முதலியோர் ஆராய்ந்தனர். இச் செடியின் இலைகள் எழுந்து தாழ்வதற்குப் பல்வினஸில் (pulvinus) ஏற்படும் வளர்ச்சி மாறுதல் காரணம் என்று படாலின் (Padalin), பெஃபெர் முதலியவர்கள் கருதுகின்றார்கள்.

வெப்ப நிலைக்கும், வளர்ச்சி இயக்கங்களுக்கும் உள்ள உறவு முறையைச் சாக்ஸ், டி விரிஸ், கோப்பென் (Koppen) போன்றோர் ஆராய்ந்தனர். இரவு பகல்களில் பூ விரிந்து மூடுவதற்கு வெப்ப நிலையில் ஏற்படும் மாறுதல்களே காரணம் என்று ஃபார்மெர் (Farmer) என்பவர் கண்டார்.

வளர்ச்சியைச் சீராக்கும் பொருள்கள் (Growth Regulating Substances) : தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு நீரும் மற்ற கனிம ஊட்டப் பொருள்களும் தேவையாயிருந்தாலும், வளர்ச்சியைச் சீராக்கச் சில பொருள்களும் சிறிய அளவிலே தேவையாயிருக்கின்றன. இப் பொருள்களில் சிறப்பானவை 1. ஆக்ஸின்கள் (auxins), 2. ஜிப்ரெலின் (gibrellin), 3. கினின் (kinin), 4. வைடமின்கள். ஆக்குத் திசுக்களின் செயல்களையும், செல் பெரிதாவதையும், செல் மாறுபாடுகளையும் (cell differention) வளர்ச்சியைச் சீராக்கும் பொருள்கள் பாதிக்கின்றன.



படம் 68.
ஓட்லின்
முளைக்குருத்துறை
1. முளைக்குருத்துறை
2. வித்திலை
3. பிரைமரி வேர்

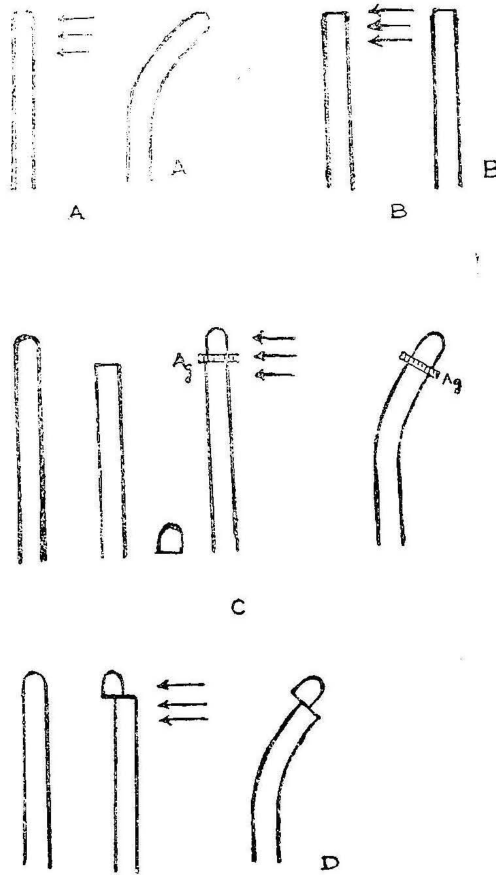
ஆக்ஸின்கள் : 1881ஆம் ஆண்டில் தாவரங்களின் வளர்ச்சியைச் சில அங்ககப் பொருள்கள் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்று சார்லஸ் டார்வின் கூறினார்.

ஓட்ஸ் (avena sativa) சோதனைகள் : விதை முளையுறையின் (coleoptile) நுனியை வெட்டியபிறகு அதில் ஒளிச்சார்பு உணர்திறன் (phototropic sensitivity) ஏற்படுவதில்லை என்று பாய்சென்-ஜென்சென் (Boysen-Jensen, 1913) கண்டார்; வெட்டி எடுத்த பகுதியை அதில் பொருத்தியபின் மீண்டும் உணர்திறன் ஏற்படுகிறதென்றும் கண்டார்.

1919ஆம் ஆண்டில் பால் (Paal) என்பவர் மேற்கண்ட சோதனையைச் செய்து பார்த்து, அவை யாவும் உண்மைகள் என்று உறுதிப்படுத்தினர். வளர்ச்சியைச் சீராக்கும் பொருள்கள் தண்டுநுனியில் உள்ளது என்றும், அவை கீழ்நோக்கி உயிருள்ள திசுக்களின் வழியாக வருகின்றன என்றும் பரிசோதனைகளின் மூலம் கண்டுபிடித்தார்கள்.

ஒளிச்சார்பு வளைவிற்குக் (phototropic curvature) காரணமாக உள்ள பொருள்கள் தாவரங்களின் நேர்வளர்ச்சிக்கும் உதவுகின்றன என்று சோடிங் (Soding, 1923) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். எல்லாச் சார்பு இயக்கங்களுக்கும் ஆக்ஸின்களே காரணம் என்று சாலட்னி (Cholodny) என்பவரும், வெண்ட் (Went) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர்; ஓட்ஸ் முளையுறை முனையிலிருந்து ஆக்ஸின்களை அகார் ஜெல்லியில் (agar jelly) பரவும்படி செய்து, அதைத் தனியாகப் பிரித்தெடுக்கும் முறையினை அறிந்தனர்.

1928ஆம் ஆண்டு முதல் 1936ஆம் ஆண்டு வரையிலான 8 ஆண்டுகளில் ஆக்ஸின் பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் மிகவும் விரைவாக



படம் 69. ஓட்ஸ் முளையுறையில் செய்த ஒளிச்சார்பு இயக்கச் சோதனைகள்

A. முளையுறை ஒருபக்க ஒளியினால் வளைவியக்கம் காட்டுகிறது; **B.** முளையுறை நுனி வெட்டப்பட்ட பின் ஒளியினால் வளைவியக்கம் ஏற்படுவதில்லை; **C.** முளையுறை நுனியை வெட்டி மீண்டும் அகார்வில்லையுடன் வைத்து ஒளி பாய்ச்சினால் வளைவியக்கம் ஏற்படுகிறது; **D.** முளையுறை நுனியை வெட்ட ஒரு புறமாக வைத்து ஒளி பாய்ச்சினாலும் வளைவியக்கம் ஏற்படுகிறது.

நடைபெற்றன. ஆக்ஸின்களைத் தனியாகப் பிரிப்பது, இனம் கண்டு கொள்ளுவது, பண்புகளை அறிந்துகொள்ளுவது முதலியவை இக் காலத்திலேயே நடைபெற்றன.

1933ஆம் ஆண்டில் கோக்ல் (Kogl, 1933) என்பவரும், அவருடைய தோழர்களும் ஆக்ஸின் a, ஆக்ஸின் b என்ற இரு ஆக்ஸின்களைக் கண்டுபிடித்தார்கள். மீண்டும் பல ஆராய்ச்சிகளைச் செய்து மூத்திரத்திலிருந்து ஹிடெரோ ஆக்ஸின் (hetero-auxin) என்று சொல்லப்படும் மூன்றாவது ஆக்ஸினையும் கண்டுபிடித்தார்கள். இது பின்னர் இண்டோல் 3 அசெடிக் அமிலம் (indole 3 acetic acid 3-IAA) என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. 1935ஆம் ஆண்டில் திம்மன் (Thimman) என்பவர் ரைஸோபஸ் (rhizopus) என்னும் பூஞ்சையிலிருந்து இவ்விதமான ஆக்ஸினைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்தார்.

ஓட்ஸ் முளையுறையின் ஒளிச்சார்பு வளைவிற்குக் காரணம், தண்டு முனையிலிருந்து ஆக்ஸின்கள் உற்பத்தியாகிக் கீழ்நோக்கி ஒளி இருக்கும் திசைக்கு எதிர்ப்புறம் ஒளிபடாத பகுதியை நோக்கி நகர்கின்றன. அதனால் அங்குள்ள செல்கள் நன்றாக வளர்ச்சி அடைகின்றன. ஒளியிருக்கும் பகுதியில் உள்ள செல்களில் வளர்ச்சி குறைவாக நடைபெறுகிறது. இதனால் ஒளிச்சார்பு வளைவு ஏற்படுகிறது என்று பிளா (Blaauw, 1918) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

ஆக்ஸின்கள் வேர் நுனியில் ஒரு புறம் அதிகமாகவும், மற்றொரு புறம் குறைவாகவும் வெவ்வேறாகப் பரவுதலினால் புவியீர்ப்பு இயக்கம் (gravitational movement) நடைபெறுகிறதென்று ஹாகென் (Hawken, 1932) கண்டார்.

ஆக்ஸின்களின் குறைந்த அளவுச் செறிவில் தாவர உறுப்புகள் வளருகின்றன என்றும், ஆக்ஸின்களின் செறிவு அதிகமானால் வளர்ச்சியை அடக்குகிறது என்றும் கண்டுபிடித்தனர்.

செயல்கள்: வேரின் ஆக்ஸின் செறிவு குறைந்த மேற்பகுதி, கீழ்ப் பகுதியைக்காட்டிலும் அதிகமாக வளர்கிறது. அப்போது வேர் கீழ்நோக்கி வளர்கிறது. கிடைமட்டமாக (horizontal) வைத்த வேர் நுனியில் மேல் பகுதிக்கும் கீழ்ப்பகுதிக்கும் இடையே ஆக்ஸின் செறிவில் வேறுபாடு இருப்பது பரிசோதனைமூலம் உறுதிப்படுத்தப் பட்டுள்ளது. கிடைமட்டமான வேர்நுனி இரண்டு அகார் வில்லைகளுக்கு (agar blocks) மேல் வைக்கப்பட்டது. இரண்டு வில்லைகளுக்கும் இடையே மெல்லிய தகட்டைச் செருகி அவை இரண்டும் பிரிக்கப்பட்டன. இவ்விதம் வேர்நுனியின் மேல்பகுதியில் உள்ள

ஆக்ஸின் ஒரு வில்லைக்குள்ளும், கீழ்ப்பகுதியில் உள்ள ஆக்ஸின் மற்றொரு வில்லைக்கும் செல்லும்படியாகச் செய்யப்பட்டது. பின்னர் அகார் வில்லைகளைத் தனித்தனியாகப் பரிசோதனை செய்து பார்த்தபொழுது, கீழ்வில்லையில் 65 சதவீதம் ஆக்ஸினும், மேல் வில்லையில் 35 சதவீதம் ஆக்ஸினும் இருப்பது தெரிய வந்தது.

மையத்தண்டின் முனையில் தோன்றும் ஆக்ஸின் பக்கக்கிளைகள் வளர்வதைத் தடை செய்கிறது. இதற்கு முனை ஆதிக்கம் (apical dominance) என்று பெயர். தண்டின் முனையை வெட்டிவிட்டால், பக்கக்கிளைகள் நன்றாக வளருகின்றன என்று திம்மன் என்பவரும், ஸ்கூக் (Skoog) என்பவரும் கண்டனர்.

1933ஆம் ஆண்டிற்குப் பிறகு செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் ஆக்ஸின்களின் செயலியல் தன்மைகளைப்பற்றி யே செய்யப்பட்டன.

1. வேற்றிட வேர்களின் (adventitious roots) வளர்ச்சியை ஆக்ஸின்கள் துரிதப்படுத்துகின்றன என்று வெண்ட் (Went, 1934) என்பவர் கண்டார்.

2. செல் பெருக்கம், வேர் உண்டாவது, மொட்டு உண்டாவது இவற்றிற்கு ஆக்ஸின்கள் எந்த அளவில் தேவை என்று ஸ்கூக், சின் (Tsin, 1948) கண்டனர்.

3. இலைகள் உதிர்வதை ஆக்ஸின்கள் தடுக்கும் என்று லா ரூ (La Rue, 1936) கண்டார். கனிகள், பூக்கள் முதிர்வதற்கு முன் உதிர்வதையும் ஆக்ஸின்கள் தடுக்கும் எனப் பின்னர்க் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது.

4. கருவுறுதல் நிகழாமல் பூக்களில் கனியுண்டாவதற்கு (parthenocarpy) ஆக்ஸின்களைப் பயன்படுத்தலாம் என்று கஸ்டாஃப்சன் (Gustafson, 1936) கண்டுபிடித்தார்.

ஆக்ஸினின் முன்னோடி (Auxin Precursor): தாவரத் திசுக்களில் டிரிப்டோஃபேன் (tryptophane) என்ற அமினோ அமிலம் ஆக்ஸின்கள் தோன்றுவதற்கு முன்னோடியாக உள்ளது என்றும், பின்னர் இப் பொருள் ஆக்ஸினாக மாற்றப்படுகிறதென்றும் திம்மன் கண்டறிந்தார். இப் பொருளைத் தவிரப் பல இண்டோல் சேர்மங்களும் (indole compounds) ஆக்ஸின் உண்டாகக் காரணமாக உள்ளன.

ஆக்ஸின் இயக்கம் : (Auxin Movement) : ஆக்ஸின்களின் இயக்கத்திற்குப் பலவிதமான காரணங்கள் கூறப்படுகின்றன:

1. மூலக்கூறு மாறுபாட்டுக் கொள்கை (Molecular Reaction Theory) : வளர்ச்சியைச் சீராக்குவதில் ஆக்ஸின்கள் இலை நொதிகளைப் போல் செயல்படுகின்றன என்று ஸ்கூக் இக் கொள்கையினை வகுத்தார்.

2. நொதி விளைவுக் கொள்கை (Theory of Enzymic Effects): இக் கொள்கையைத் தீம்மன் (1951), பான்னெர் (1949), பான்னெர், பாண்டர்ஸ்கி (Bonner and Bandursky, 1952) முதலியவர்கள் உருவாக்கியுள்ளார்கள்.

ஆக்ஸின் உள்ள திசுக்களில் அதிகரித்த அல்லது குறைந்த நொதிச் செயல்கள் (enzymic actions) நடைபெறுகின்றன. எனவே, செயல்படாமலிருக்கும் வளர்ச்சிக்குரிய நொதிகளைச் செயல்படச் செய்யும் காரணியாக ஆக்ஸின்கள் விளங்குகின்றன.

3. சவ்வூடு பரவல் கொள்கை (Osmotic Theory) : செல்லில் சவ்வூடு பரவலின் உறவு முறையை மாற்றி, நீர் ஏற்றத்தின் அளவை அதிகமாக்க வளர்ச்சி அதிகமாகிறதென்று இக் கொள்கையினை ஸாஜா (Czaja, 1935) என்பவர் உருவாக்கினர்.

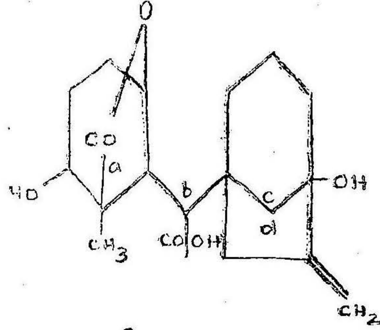
4. செல் சுவர் விளைவுக் கொள்கை (Theory of Cell Wall Effects) : ஆக்ஸின்கள் செல் சுவர்களின் நெகிழ்வுத் தன்மையினைப் (elasticity) பாதிக்கின்றன. இதனால் செல் சுவர் அழுத்தம் அதிகரித்து, நீர் உறிஞ்சுவது அதிகமாகி, அதன் விளைவாக அதிக வளர்ச்சி ஏற்படுகிறது.

5. நச்சு வளர்சிதை மாற்றக் கொள்கை (Theroy of Toxic Metabolism) : ஆக்ஸின்கள் வளர்ச்சியைக் குறைக்கவோ, அதிகரிக்கவோ செய்கின்றன. ஆக்ஸின் செயல் புரியும் பகுதியினைச் செயலற்றுப் போகச் செய்தபின், ஆக்ஸின்கள் உள்ள உறுப்புகளின் வளர்ச்சியைக் கூட்டவோ குறைக்கவோ செய்கின்றன.

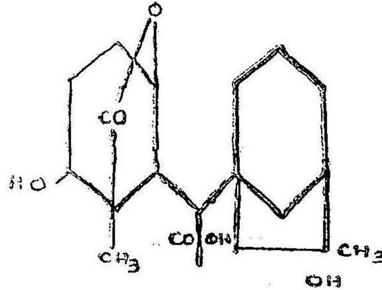
மேலே கண்ட கொள்கைகளுள் எந்த ஒரு தனிக் கொள்கையும் ஆக்ஸின் இடப்பெயர்ச்சிக்கான காரணத்தினை முழுவதும் விளக்க இயலவில்லை.

ஜிப்பெரில்லின்கள் : ஜிப்பெரில்லின் என்ற வளர்ச்சிச் சீராக்கும் பொருள் ஜிப்பெரில்லா ஃபியூஜிகுராய் (Gibberella fugikuroi) என்னும் பூஞ்சையிலிருந்து முதன்முதலில் எடுக்கப்பட்டது. இப் பூஞ்சை நெல்லில் 'முட்டாள்தனமான நாற்று' (foolish seedling) என்னும் நோயினை உண்டாக்குகிறது. பூஞ்சையினால் நோயுற்ற

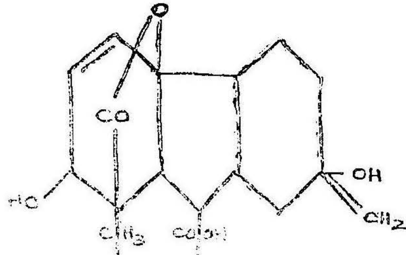
பயிர்கள் நோயில்லாத மற்றப் பயிர்களைவிட உயரமாகவும், பூக்கள் கனிகள் இல்லாதவையாகவும் இருந்தன. இதற்குக்



A_1 ஜீப்பெரல்லின்



A_2 ஜீப்ரெல்லின்



A_3 ஜீப்பெரெல்லின்

படம் 70. ஜிப்பெரில்லின்களின் வேதி வரைப்பு

காரணம் நோய் உண்டாக்கும் பூஞ்சை காரணமாக இருக்கலாம் என்று சவாடெர் (Sawader, 1912) கண்டார். இத்தகைய பொருள்

பூஞ்சையில் இருப்பதைக் குரோசாவா (Kurosawa, 1926) என்பவர் உறுதிப்படுத்தினர். நோயற்ற நாற்றுகளுக்கு இப் பொருளை ஊசி மூலம் செலுத்தியதில் நோய் உண்டாக்கலாம் என்று கண்டு பிடித்தார்கள்.

ஜப்பான் நாட்டில் யாப்ருடி (Yabruti) என்பவரும், ஹாயாஷி (Hayashi, 1939) என்பவரும் ஜிப்பெரில்லின் A என்ற படிக வடிவமான பொருளைப் பிரித்தெடுத்தனர். பின்னர் இப் பொருள் எல்லாத் தாவரங்களிலும், எல்லா உறுப்புகளிலும் கிடைக்கின்றன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஜிப்பெரில்லினில் GA_1, GA_2, GA_3 என்ற பல வகையான பொருள்கள் இருப்ப தாகப் பின்னர்க் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

ஜிப்பெரில்லினின் செயலியல் தன்மைகள் (Physiological Activities of Gibberellins) : (1) குறைந்த செறிவில் ஜிப்பெரில் லின்கள் தாவர உருவ முழுவதையும் அதிகமான அளவில் வளரச் செய்கின்றன.

(2) அதிகமான செறிவில் தண்டு நீட்சியைத் தூண்டு கின்றன.

(3) ஜிப்பெரில்லினைப் பயன்படுத்திய தாவரங்கள் மெலிந்து நீண்டு காணப்படும்.

(4) ஜிப்பெரில்லின்கள் பக்கவாட்டு மொட்டுகளின் (lateral buds) வளர்ச்சியைக் குறைக்கின்றன; தண்டுத் தடிப்பை அதிக மாக்குகின்றன ; இலை உதிர்வதை அதிகமாக்குகின்றன அல்லது குறைக்கின்றன.

(5) பட்டாணிச் செடியில் (pisum sativum) குட்டைச்செடி யும் (dwarf) நெட்டைச் செடியும் (tall) காணப்படுகின்றன. குட்டைச்செடிக்கு ஜிப்பெரில்லினைச் செலுத்தினால் நெட்டைச் செடியாகிறது. இத்தகைய செயற்கை முறையில் உண்டாக்கிய நெட்டைச்செடியை மற்ற இயல்பாக வளரும் நெட்டைச்செடியி லிருந்து பிரித்துணர முடியாது. குட்டைச்செடி நெட்டைச் செடியாக மாறுவதற்குப் புதிய கணுவிடைப் பகுதிகள் (inter-nodes) உண்டாவதில்லை; ஆனல், முன்பே இருக்கும் கணுவிடைப் பகுதிகள் நீட்சியடைகின்றன.

ஒளித்தடுப்பு (Light Inhibition) : நாற்றுகளுக்குச் சிவப்பு ஒளி யைப் பாய்ச்சினால் வித்திலைக்கீழ்த்தண்டின் (hypocotyl) வளர்ச்சி

யைத் தடுக்கிறது. இத்தகைய வளர்ச்சித் தடுப்புகளை ஜிப்பெரில்லினை உபயோகித்துத் தடுக்கலாம்.

விதைகளும் கனிகளும் : சூலகத்தின்மேல் ஜிப்பெரில்லினைப் பூசினால் கருவுறுதலற்ற கனிகள் (parthenocarpy) உண்டாகின்றன, தக்காளியில் இம் முறையில் ஜிப்பெரில்லினை உபயோகப்படுத்தி, கனி உண்டாகச் செய்வது இண்டோல் அஸ்டிக் அமிலம் உபயோகிப்பதைவிட 500 மடங்கு சிறந்தது என்று விட்வெர் (Wittwer), புகோவாக் (Bukowac) என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள்.

ஜிப்பெரில்லினைப் பயன்படுத்திய தாவரங்களில் தானிய மகசூல் 32 சத வீதம் குறைவதாகவும், வைக்கோல் (straw) மகசூல் 14 சத வீதம் அதிகரிப்பதாகவும் ஹயாஷி என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

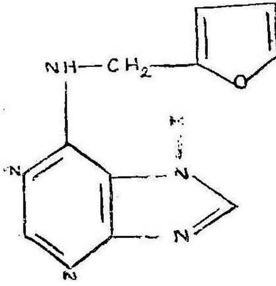
பச்சய நீக்கம் (Chlorosis) : ஜிப்பெரில்லினைப் பயன்படுத்திய தாவரங்களில் பச்சயத்தின் அளவு குறைந்து இலைகள் மஞ்சள் நிறமாகின்றன.

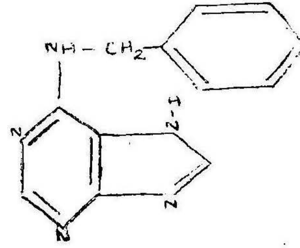
மேற்கூறிய செயல்களைத் தவிர, ஜிப்பெரில்லின்கள் சுவாசித்தல், நொதிச் செயல்களை அதிகரிக்கச் செய்கின்றன. தாவரங்களில் நடைபெறும் ஒளிச்சேர்க்கையை அதிகரித்து, தாவரங்களின் உலர் எடையினை அதிகமாக்குகிறதென்ற கருத்துக் கூறப்படுகிறது. ஆனால், இக் கருத்து இன்னும் உறுதிப்படுத்தப் படவில்லை.

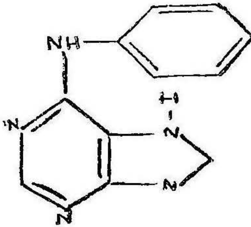
ஆக்ஸின்களும் ஜிப்பெரில்லின்களும் : ஆக்ஸின்களுக்கும் ஜிப்பெரில்லின்களுக்கும் சில ஒற்றுமைகளும் பல வேறுபாடுகளும் உள்ளன. ஆக்ஸின்களும், ஜிப்பெரில்லின்களும் செல்நீட்சியை உண்டாக்குகின்றன; ஆனால் ஜிப்பெரில்லின்கள் மிகவும் அதிகமான விளைவினை உண்டாக்குகின்றன. ஆக்ஸின்களைப் போல, ஜிப்பெரில்லின்கள் வேர்கள் உண்டாவதை அதிகரிக்காமல் குறைக்கின்றன. கருவுறுதலில்லாக் கனி உண்டாக்குவதில் ஆக்ஸின்களைவிட ஜிப்பெரில்லின்கள் திறமை வாய்ந்தவை. ஆக்ஸின்களை வெளிச்சத்தினால் செயலிழக்கும்படி செய்யலாம். ஆனால், ஜிப்பெரில்லின்கள் வெளிச்சத்தினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

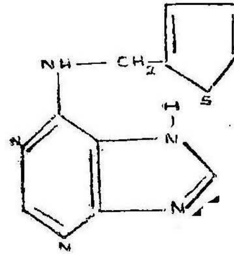
ஜிப்பெரில்லினும் வேளாண்மை, கனித் தோட்டக் கலையும் (Gibberellins in Agriculture and Horticulture) : ஜிப்பெரில்லினைத் திராட்சைக் கனிகளின்மேல் தூவ, விதையில்லாக் கனிகளும், பெரிய கனிகளும் உண்டாகின்றன.

கினின்கள் அல்லது கினிடின்கள் : நியூக்ளியக் அமிலங்களின் சிதை பொருள்களுக்குச் (decomposition products) செல்களின் பகுப்புகளைத் தூண்டக்கூடிய, விளைவுகளிருப்பதாக விஸ்கான்சின் பல்கலைக் கழகத்தினைச் சேர்ந்த (Wisconsin University) எஃப். ஸ்கூக் (F. Skoog, 1957) என்பவரும், அவரது சகாக்களும் கண்டுபிடித்தார்கள். இதற்குக் காரணமான வேதிப் பொருள் 6 ஃபர்ஃப்யூரில் அமினோபியூரைன் (6 furfuryl aminopurine) என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.









படம் 71. கினிடினும், அதையொத்த பொருள்களும்
A. கினிடின் 6 ஃபர்ஃப்யூரில் அமினோபியூரைன்
B. 6 பென்ஸில் அமினோபியூரைன்
C. 6 ஃபினீல் அமினோபியூரைன்
D. 2 தெனீல் அமினோபியூரைன்

தாவர செல்களில் கினின்கள் இருப்பது நேரிடையாக இன்னும் நிரூபிக்கப்படவில்லையாயினும், இவை இருப்பதற்கும்,

வளர்ச்சியைச் சீராக்குகின்றன என்பதற்கும் ஆகிய சான்றுகள் உள்ளன.

புகையிலையின் பித் செல்களில் (pith cells) குறைந்த செறிவில், இவை கால்லஸ் (callus) ஏற்படுவதைத் தூண்டுகின்றன என்று ஸ்கூக் என்பவரும், அவரது தோழர்களும் கண்டுபிடித்தார்கள். புகையிலையில் தனிசெல் வளர்ப்பில் ஆக்ஸின்களுடன் சேர்ந்து கினின்கள், வேரினையும் தண்டு ஆக்குத் திசுக்களையும் உண்டாக்க உதவுகின்றன என்று கண்டுபிடித்தார்கள்.

ஆக்ஸின்கள், ஜிப்பெரில்லின்கள், கினின்கள் ஆகியவற்றை வளர்ச்சிச் சீராக்குவதில் ஈடுபடுத்திப் பரிசோதனைகள் செய்த பொழுது, இவை யாவும் வளர்ச்சியைச் சீராக்குவதில் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க பணியை ஆற்றுகின்றன என்று நிரூபிக்கப்பட்டது.

வளர்ச்சியைச் சீராக்கும் உட்காரணிகள் (Growth Regulating Conditions-Internal)—1. C/N விகிதம் (C/N Ratio): தாவரங்களின் வளர்ச்சியில் தாவரத்தில் உள்ள நைட்ரஜன் உணவுப் பொருளுக்கும், கார்போஹைட்ரேட் உணவுப் பொருளுக்கும் உள்ள விகிதம் முக்கியமான பங்கு வகிக்கிறது. நைட்ரஜன் சேர்ந்த உணவுப் பொருள்கள் அதிகமாயுள்ள தாவரங்களில் தண்டு, கிளைகள், இலைகள் முதலிய உறுப்புகள் அதிக வளர்ச்சியைப் பெறுகின்றன. தண்டுகள் அதிகமான பித் செல்களைப் பெற்றுத் தடிப்பாகவும், மெதுவாகவும், சதை பற்றுடையவையாகவும் இருக்கும். வேர்த்தொகுப்பினைவிடத் தண்டுத்தொகுப்பு அதிக அளவில் இருக்கும்.

கார்போஹைட்ரேட்டுகள் அதிகமாக உள்ள தாவரங்களில் செல் சுவர்ப் பொருள்கள் அதிகமாகி, புரோடோபிளாசம் குறைந்து காணப்படும். இதனால் தாவரங்களில் உறுதி தரும் திசுக்கள் அதிகமாக உள்ளன.

2. **உணவுச் சேமிப்புகள் (Food Reserves)**: உறுப்புகளில் உள்ள உணவுப் பொருளுக்கேற்றவாறு வளர்ச்சி ஏற்படுகிறது.

3. ஒருமுகப்படுத்துதல் (Correlation): தாவரங்களின் எல்லா உறுப்புகளின் வேலைகளையும் ஒழுங்குபடுத்தி, அதன் மூலமாகத் தாவரத்தின் வளர்ச்சியை அதிகரிப்பதற்கு ஒருமுகப்படுத்துதல் என்று பெயர்.

வளர்ச்சியைச் சீராக்கும் வெளிக்காரணிகள் (Growth Regulating Conditions-External)—1. **தண்ணீர்**: தாவரங்களின் வளர்ச்

சிக்கு நீர் தேவை என 1886ஆம் ஆண்டிலேயே கோல் (Kohl) என்பவர் கருதினர். தாவரங்கள் பல வேதி மாற்றங்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பொருள்கள், கனிமங்களின் இடப் பெயர்ச்சிக்கு நீர் அவசியமானது. ஒளிச்சேர்க்கையில் தண்ணீர் ஒரு மூலப்பொருளாக விளங்குகிறது. நீராவிப்போக்கிற்கு நீர் தேவை. எனவே, வளர்ச்சிக்கு நீர் இன்றியமையாததாக உள்ளது.

2. **கனிமப்பொருள்கள் (Minerals)** : தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குக் கால்ஸியம், பொட்டாஷியம், பாஸ்பரஸ், நைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன், ஹைட்ரஜன் முதலிய பெருவூட்டப் பொருள்களும், இரும்பு, போரான் (boron), மாங்கனீஸ் (manganese), துத்தநாகம் (zinc), செம்பு (copper), மாலிப்டினியம் (molebdenium) முதலிய சிறு ஊட்டப் பொருள்களும் (micro-nutrients) தேவை.

3 **சூரிய ஒளி** : ஒளிச்சேர்க்கைக்கும், அதன் வழியாக ஆற்றல் பெறவும் தேவை.

4. **வாயுக்கள்** : சுவாசிக்க ஆக்ஸிஜனும், ஒளிச்சேர்க்கைக்குக் கார்பன்டையாக்ஸைடும் தேவைப்படுகின்றன.

5. வெப்பநிலை: மிக அதிகமானதாகவும், மிகவும் குறைவானதாகவும் இல்லாத மிதமான வெப்பநிலை தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு ஏற்றது. ஆர்க்டிக் குளிர்ப் பிரதேசத்தில் உள்ள தாவரங்கள் 10°C வெப்பநிலையிலும் வளர்கின்றன. சில நீலப்பசும் பாசிகள் வெந்நீர் ஊற்றுகளில் (hot springs) 85°C வெப்பநிலையிலும் வாழுகின்றன.

தாவரத்தின் ஒவ்வொரு வளர்ச்சி நிலைக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை தேவைப்படுகிறது. தாவரங்களின் வளர்ச்சியும், இனப்பெருக்கமும் சரியாக நடைபெற, பகற்காலத்தில் மட்டுமின்றி இரவிலும் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை இருக்க வேண்டும். உதாரணமாக, பகற்காலத்து வெப்பநிலை 26·5°C ஆகவும், இரவுக் காலத்து வெப்பநிலை 17 முதல் 20°C வரை இருந்த பொழுது தக்காளிச்செடியின் வளர்ச்சி 40 செண்டிமீட்டர் அதிகமாயிற்று. கனிகளின் வளர்ச்சிக்கும் இஃது உதவுகிறது என வென்ட் கண்டுபிடித்தார். இவ்விதம் மாறி மாறி வரும் இரவு பகல் வெப்பநிலைகள் தாவரங்களின்மேல் ஆற்றும் விளைவு வெப்பக் காலத்துவம் (thernoperiodism) எனப்படும்.

தட்பப்பதனம் (Vernalisation): தாவரத்தின் பூக்களைத் தவிர, மற்ற உடல் உறுப்புகள் எவ்வாறு வெப்ப நிலையினால் பாதிக்கப்படுகின்றன என்று பார்த்தோம். இப்பொழுது வெப்பநிலை இனப்

பெருக்குப் பகுதியையும் வளர்ச்சியையும் எவ்வாறு பாதிக்கின்றது என்று காண்போம்:

தாவரங்கள் பூக்கும் பருவம் எய்துவதற்குமுன் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் அது வளர்ந்திருக்க வேண்டும். செயற்கையாக இத்தகைய குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை கிடைக்கவில்லையானால், உடல் வளர்ச்சியே (vegetative growth) நடைபெறுகிறது. இரு பருவத் தாவரங்களிலும் (biennials), குளிர்காலத் தானியங்களிலும் இவ் வகையான வளர்ச்சியைக் காணலாம்.

குளிர்காலத் தானியங்கள் என்பவை பூப்பதற்கு முன் ஒரு குளிர்காலத்தைக் கழிக்க வேண்டும். இவற்றை இலையுதிர் காலத்தில் (autumn) விதைத்துக் கோடைக் காலத்தில் (summer) அறுவடை செய்வார்கள். இவ் வகையை வசந்த காலத்தில் (spring) விதைத்தால், தாவரம் பூக்காமல் உடல்வளர்ச்சி மட்டுமே ஏற்படுகிறது. இதையடுத்த கோடை காலத்தில் பூத்தோற்றுவிகள் உண்டாகின்றன; ஆனால், அதற்கடுத்த குளிர்காலத்தில் குறைந்த வெப்பநிலை கிடைத்தவுடனே தான் பூக்கள் வளர்ச்சியடைகின்றன. இவ்வாறாக, இப் பயிர்கள் இலையுதிர்காலத்தில் விதைப்பவற்றை விட அதிகக் காலம் உயிர் வாழ்கின்றன. இவை பூத்துக் கனி கொடுக்க வேண்டுமானால் குளிர்காலத்திலோ குறைந்த வெப்பநிலையிலோ இருப்பது அவசியம்.

குறைந்த வெப்ப நிலையில் ஈடுபடுத்துவதனால் தாவரங்கள் முதிர்ந்து பூக்கின்றன (ripeness to flower) என்று கிளெப்ஸ் (Klebs) என்பவர் கூறுகிறார். இது ஒரு செயலியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த நிலையைத் தவிர, அமைப்பியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த நிலை அல்ல.

குளிர்காலத் தானியங்களைச் (winter cereals) செயற்கை முறையில் குறைந்த வெப்ப நிலையில் ஈடுபடுத்தினால், அவை வசந்த கால வகைகளைப் போல் நடந்துகொள்ளுகின்றன. அதாவது, அவற்றை வசந்த காலத்தில் விதைத்து, அதற்குப் பின்வரும் இலையுதிர்காலத்தில் அறுவடை செய்து விடலாம். இதனால் குளிர்காலத்தின் கடுமையிலிருந்து தப்பித்துக்கொள்ளலாம். இவ்விதமாகக் குறைந்த வெப்பநிலையில் தானியங்களை ஈடுபடுத்தும் முறைக்குத் தட்பப்பதனம் என்று பெயர். இம் முறையில் குறைந்த அளவு ஈரத்தில் விதைகளை முளைக்கப்போட்டு, அவை முளைக்க ஆரம்பித்தவுடன், 4 முதல் 5°C வெப்ப நிலையில் சுமார் 14 வாரங்களுக்கு வைத்துப் பின் முன்வசந்தத்தில் (early spring) விதைத்தால், இலையுதிர்காலத்தில் அறுவடை செய்துகொள்ளலாம்.

பெட்கஸ் ரை (petkus rye) என்ற குளிர்கால வகையில் கிரிகரி (Gregory), பர்விஸ் (Purvis) என்பவர்கள் 1937ஆம் ஆண்டில் பல பரிசோதனைகள் செய்து பூக்கள் தோன்றுவதற்கும், வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாட்டிற்கும் உள்ள உறவு முறையை ஆராய்ந்தார்கள்.

பொருள்	குறைவெப்ப நிலையில் 5°C ஈடுபடுத்தும் நாள்கள்	பூப்பதற்கு முன் உண்டாகும் இலைகளின் எண்ணிக்கை	குறிப்புகள்
குளிர்கால ரை	—	27	
,,	4 நாள்கள்	26	
,,	4 வாரங்கள்	14	
,,	14 வாரங்கள்	7	முழுமையான தட்பப்பதனம்
,,	14 வாரங்கள்		
,,	2 நாள்கள் 40°C வெப்பநிலையில்	25	தட்பப்பதன நீக்கம்

தட்பப்பதனத்தின் பயன்களை அட்டவணை காட்டுகிறது. மற்றும் தட்பப்பதனம் பெற்ற விதைகளை அதிக வெப்ப நிலையில் ஈடுபடுத்தித் தட்பப்பதனத்தினால் பெற்ற விளைவினை நீக்கலாம். இதற்குத் தட்பப்பதன நீக்கம் (devernalisation) என்று பெயர். எனவே, தட்பப்பதனம் என்பது வெப்பம்-மீள்செயல் (heat reversible) என்று அறிகிறோம்.

தட்பப்பதனத்தின்போது மாறுதலுறும் தாவர உறுப்பு யாது?

தட்பப்பதனத்திற்கு முளைக்கும் விதையே தேவையில்லை. விதையிலிருந்து பிரித்தெடுத்த கருவினைத் தட்பப்பதனத்தில் ஈடுபடுத்தலாம் என்று பரிசோதனைகளின் மூலம் அறியப்பட்டது. தண்டு நுனியைத் தட்பப்பதனத்தில் ஈடுபடுத்தினால், அதிலிருந்து பெற்ற தாவரம் தட்பப்பதனத்தில் ஈடுபட்ட தாவரத்தைப் போல நடந்துகொள்ளுகிறது என்று பர்விஸ் சோதனைகள் மூலம் நிரூபித்தார். எனவே, குறைந்த வெப்பநிலையை நுகர்திறன் (perception) செல்பகுப்புகள் உண்டாகும். நுனி ஆக்குத்திசுவிற்கு உண்டென கிரிகரியும், பர்விஸும் கண்டார்கள்.

தட்பப்பதனம் பெற்ற தாவரம் என்ன மாறுதல் அடைகிறது? இதற்காகப் பல அறிஞர்கள் பல பரிசோதனைகளைச் செய்தார்கள்.

தட்பப்பதனத்தின்போது சில வேதிப்பொருள்கள் குவிந்து அவை தாவரங்களின் வளர்ச்சியைச் சீராக்கி முன் பூப்பினை உண்டாக்குகின்றன என்று கருதுகிறார்கள்.

தட்பப்பதனம் பெற்ற தாவரங்களைப்போல ஜிப்பெரில்லின் சேர்த்த தாவரங்கள் நடந்துகொள்ளுகின்றன. இதனால் லேங் (Lang), மெல்ச்சேர்ஸ் (Melchers) என்ற இரு ஜெர்மானிய அறிவியலறிஞர்களும், ஆங்கில நாட்டு அறிவியலறிஞர்களான கிரிகரி, பர்விஸ் என்பவர்களும் தட்பப்பதனத்தின்போது வெர்னலின் (vernalin) என்ற பொருள் உண்டாகிறது என்றும், இப் பொருள் தகுந்த அளவில் உண்டானால் பூப்பதைத் தூண்டுகின்றன என்றும் கருதினார்கள். இதன் வேதி இயல்பு சரிவர அறியப்படவில்லையாயினும், இது ஜிப்பெரில்லினை ஒத்திருக்கலாம் என்று நம்பப்படுகிறது.

ஒளி : தாவரங்களின் நலம் ஒளியோடு ஒன்றறக் கலந்துள்ளது. ஒளி, ஒளிச்சேர்க்கைக்கு உதவுவதோடல்லாமல் பச்சயமும் மற்ற கணிகங்களும், ஆந்தோசயானின் (Anthocyanin) போன்ற நிறமிகளும் ஒளியின் உதவியின்றி ஏற்பட மாட்டா. ஒளி, இலைத் துளைகளை இயக்குகிறது ; எலெக்ட்ரோலைட்டுகளின் (electrolytes) உறிஞ்சுதலுக்கு உதவுகிறது ; ஆவிப்போக்கைக் கட்டுப்படுத்துகிறது ; தாவர வெப்ப நிலைக்கு ஆதாரமாக உள்ளது. எனவே, ஒளியின்றித் தாவர வளர்ச்சியும் சீரும் இல்லை எனலாம்.

தாவர வளர்ச்சியில் ஒளிச்செறிவின் விளைவுகள்பற்றி பாப் (Popp) என்பவர் 1926ஆம் ஆண்டில் ஆராய்ச்சிகள் நடாத்தினர். ஒளி பாய்ச்சிய சில நாள்கள் சோயாபீன்ஸ் செடிகளின் தண்டுகள் வளராமலிருந்தன. ஆனால் 7 வாரங்களுக்குப் பிறகு தண்டின் நீட்சி 560 அடிக் கேண்டில்கள் (foot candles) மிகவும் அதிகமாக இருந்தது. தண்டுத்தடிப்பும் ஒளிவீச்சிற்குச் சமமாக அதிகமானது. இலைகள், பூக்கள், கனிகள் உண்டாவதற்கு அதிக அளவிலான ஒளிவீச்சுத் தேவைப்பட்டது. இம் முடிவுகளை ஷர்லி (Shirley, 1929) என்பவரும் ஒத்துக்கொண்டார். அதிகமான ஒளிவீச்சினால் குறுகிய கணுவிடைப் பகுதிகளும், சிறிய இலைகளும் ஏற்படுகின்றன; ஆனால் வேர்த்தொகுப்பு, பூக்கள், கனிகள் அதிகமாகின்றன.

இருளில் வளர்க்கப்பட்ட நாற்றுகள் வெளிறிப் போகின்றன (etiolated). இவற்றில் நீளமான கணுவிடைப் பகுதிகளும், விரியாத இலைகளும், குறைந்த அளவில் வேர்த்தொகுப்பும் காணப்படும். இத்தகைய நாற்றுகளைச் சூரிய ஒளியில் வைத்தால் இயல்பான

வளர்ச்சியைப் பெறும். ஒளி, செல்களில் அமைப்பு மாறுபாடு அடைவதற்கு உதவுகிறது.

வேறுபட்ட அலை நீளமுள்ள ஒளிக்கதிர்கள் தாவரங்களில் மாறுபட்ட விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. எல்லா ஒளிக்கதிர்களும் சேர்ந்த ஒளியில் தாவரங்களின் இயல்பான, சிறப்பான வளர்ச்சியைக் காணலாம். நீல ஊதா, ஆரஞ்சு, சிவப்பு ஒளிக்கதிர்களைவிடப் பச்சை ஒளிக்கதிர்களில் ஒளிச்சேர்க்கை குறைவாக நடைபெறுகிறது. ஒளிமாலையின் ஆரஞ்சு சிவப்புப் பகுதியில் தண்டு நீட்சியும், வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு (hypocotyl) நீட்சியும் மற்ற ஒளிக்கதிர்களில் உள்ள நீட்சியைவிடக் குறைவாகவே நடைபெறுகின்றன. நீல ஊதா ஒளிக்கதிர்களில் தண்டில் நல்ல நீட்சி காணப்படும்.

ஒளிக்காலத்துவம் (Photo Periodism) : பகலின் ஒளிக்காலம் இடத்திற்கு இடம் மாறுபடுகிறது. இம் மாறுதல் வெப்பமண்டலங்களிலும் (tropics), மித வெப்பமண்டலங்களிலும் (sub-tropics) அதிகமாகத் தெரிவதில்லை. ஆனல், வடக்குத் தெற்குக் குளிர் மண்டலப் பிரதேசங்களில் (temperate regions) இவ் வேறுபாடு அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. ஒளிக்காலத்தினல் தாவரங்களில் ஏற்படும் விளைவுகளுக்கு ஒளிக்காலத்துவம் என்று பெயர். ஒளிக்காலத்திற்குத் தக்கவாறு தாவரங்களில் விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன என்பதைக் கார்னெர் (Garner) என்பவரும், அல்லார்டு (Allard) என்பவரும் மேரிலாண்ட் மாமத் (maryland mammoth) என்ற புகையிலைச் செடியில் கண்ட உண்மைகளிலிருந்து அறிந்தனர். இச்செடி கோடைக் காலத்தில் பூப்பதில்லை; ஆனல், குளிர்காலத்தில் பூக்கிறது. கோடைக் காலத்தில் பகற்காலம் நீண்டிருப்பதாலேயே இவ்விதம் நேருகிறது. கோடைக்காலத்தில் இதே செடியை நீண்ட நேரம் இருட்டறையில் வைத்தால், செடியில் பூக்கள் தோன்றுகின்றன.

உருளைக்கிழங்குச் செடியில் (solanum tuberosum) கிழங்கு உண்டாவதும், ஹீலியாந்தஸ் டியுபெரோசஸ் (helianthus tuberosus) என்னும் செடியில் வேர்க்கிழங்கு உண்டாவதும் குறைந்த ஒளிக்காலத்திலேயே நடைபெறுகின்றன. இத் தாவரங்களில் கிழங்கு உண்டாவதும், வேர்க்கிழங்கு உண்டாவதும் 9 மணிநேரம் ஒளிக்காலத்தில் நடைபெறுகின்றன. இதற்கு மாருக வெங்காயத்தில் குமிழம் (bulb) உண்டாவது 12 முதல் 16 மணி வரையிலான நீண்ட ஒளிக்காலத்தில் நன்ருக நடைபெறுகிறது.

ஒளிக்காலத்துவத்தின் அடிப்படையில் **கார்னெர், அல்லார்டு** என்பவர்கள் தாவரங்களை நான்கு பிரிவுகளாகப் பிரித்துள்ளார்கள் :

1. குறுநாள் தாவரங்கள் (**short day plants**)
2. நீள்நாள் தாவரங்கள் (**long day plants**)
3. தீர்மானிக்க இயலாத தாவரங்கள் (**indeterminate plants**)
4. நாள் நடுநிலைத் தாவரங்கள் (**intermediate plants**)

1. **குறு நாள் தாவரங்கள் :** குறைந்த ஒளிக்காலத்தில் பூக்கக் கூடிய தாவரங்கள் இவ் வகையினைச் சேர்ந்தவை. (உ-ம்.) காஸ்மாஸ் (**cosmos**), ஸ்ட்ராபெர்ரி (**strawberry**), ஆஸ்டெர் (**aster**), கிரைஸாந்திமம் (**chrysanthemum**), சோயாபீன்ஸ் (**soyabeens**), பால்சம் (**Impatiens**) இவற்றிற்குத் தேவையான ஒளிக்காலத்திற்கு மேல் சிறிது ஒளியில் வைத்தால், இவை பூக்கும்; ஆனல் பூக்கள் அதிகம் இரா. ஒளிக்காலத்தை மீண்டும் அதிகமாக்கினுல், பூக்காமல், தண்டு இலைகளையே அதிகம் உற்பத்தி செய்யும்.

2. **நீள்நாள் தாவரங்கள்:** நீண்ட ஒளிக்காலத்தில் பூப்பவை இவ் வகையில் அடங்கும்; தொடர்ச்சியான ஒளியினுலும் பூப்பது தடைப்படுவதில்லை. இத்தகைய ஒரு குறிப்பிட்ட ஒளிக்காலத்திற்குக் குறைந்தால் பூப்பது குறையும் ; இன்னும் ஒளிக்காலத்தைக் குறைத்தால் பூப்பது நின்று விடும்.

(உ-ம்). முள்ளங்கி, பீட்ரூட், உருளைக்கிழங்கு, பார்லி, வெங்காயம், ஆமணக்கு.

3. **தீர்மானிக்க இயலாத தாவரங்கள்:** ஒளிக்காலத்தை நிர்ணயம் செய்ய முடியாத தாவரங்கள் இவ் வகையைச் சேர்ந்தவை. இவை மாறுபட்ட ஒளிக்காலங்களில் மலரும். (உ-ம்.) தக்காளி, பருத்தி.

4. **நாள் நடுநிலைத் தாவரங்கள்:** இவ் வகையான தாவரங்கள் குறிப்பிட்ட வரிசையான ஒளிக்காலத்தில் மலரும். இந்த ஒளிக்காலத்திற்குக் குறைவான ஒளிக்காலத்தில் மலருவதில்லை.

(உ-ம்.) **ஃபாசியோலஸ் பாலஸ்டேக்கஸ்** (**phaseolus polyustecus**), **யூபடோரியம் டெர்ரியானம்** (**eupatorium teryyanum**), **ஆன்ட்ரோபோகன் ஃபர்கேடஸ்** (**andropogon furcatus**).

பல தாவரங்களில் ஒரு தீர்வுகட்ட ஒளிக்காலம் (**critical photo period**) உண்டு. குறுநாள் தாவரங்கள் தீர்வு கட்ட ஒளிக்

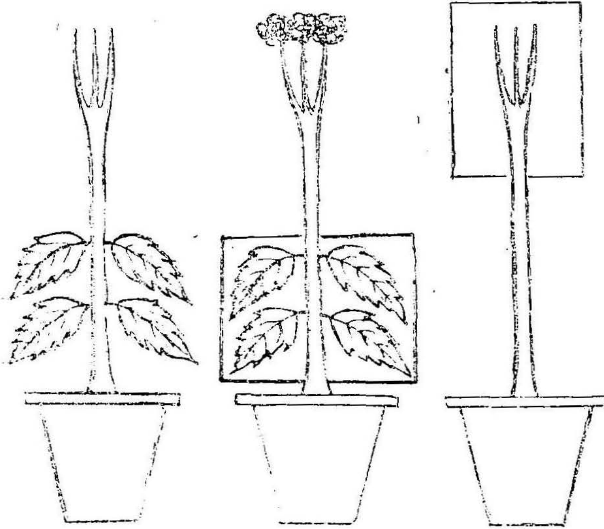
காலத்திற்கு அதிகமானுல் பூப்பதில்லை. நீள்நாள் தாவரங்கள் தீர்வுகட்ட ஒளிக்காலத்திற்குக் குறைந்தால் பூப்பதில்லை. உதாரணமாக, குறுநாள் தாவரமாகிய **ஸாந்தியம்** (Xanthium) என்ற செடி 15.5 மணி ஒளிக்காலத்திற்குக் குறைவாக இருந்தால் தான் பூக்கும். எனவே, 15.5 மணி என்பது ஸாந்தியம் செடிக் குரிய தீர்வு கட்ட ஒளிக்காலமாகும். இதைப் போலவே நீள்நாள் தாவரங்களுக்குத் தீர்வுகட்ட ஒளிக்காலத்தைவிட அதிகமான ஒளிக்காலம் அளித்தால், அவை பூக்கும். உதாரணமாக, ஸ்பைஞச் (Spinach) செடியின் தீர்வு கட்ட ஒளிக்காலம் 13 மணி. இதைவிட அதிகமான ஒளிக்காலத்தில் இது பூக்கும்.

ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த பல வகைகளில் பலவிதமான ஒளிக் காலங்கள் காணப்படுகின்றன. சோயாபீன்ஸ் செடியின் 13 இனங் களில் 8 இனங்கள் தீர்மானிக்க முடியாதவையாகவும், 5 இனங்கள் குறுநாள் தாவரங்களாகவும் காணப்படுகின்றன என்று **பார்த்விக** (Borthwick) என்பவரும், **பார்கெர்** (Parker) என்பவரும் கண்டு பிடித்தனர்.

ஒளிக்காலத் தூண்டல் (Photo Periodic Induction) : ஸாந்தியம் என்னும் குறுநாள் தாவரத்தை ஒரே ஒரு நாள் குறைந்த ஒளிக்காலத்தில் வைத்திருந்தால் அது பூக்கிறது. அதற்குப் பின்னர் அதை நீண்ட ஒளிக்காலத்தில் வைத்தாலும் அது பூக்கிறது. எனவே, ஒரே ஒரு நாள் அளிக்கப்பட்ட குறைந்த ஒளிக்காலம் பூ பூப்பதைத் தூண்டுகிறது. இந்த விளைவு ஒளிக் காலத் தூண்டுதல் அல்லது ஒளிக்காலப் பின் விளைவு (photo periodic after effect) என்று சொல்லப்படும். இக் கால அளவு செடிக்குச் செடி மாறுபடுகிறது. உதாரணமாக, ஹென்பேன் (henbane) என்னும் நீள்நாள் செடியைத் தொடர்ந்து 3 நாள்கள் வெளிச்சத்தில் வைத்திருந்தால் பின்னர் எந்த ஒளிக் காலத்திலும் பூக்கிறது. குறுநாள் செடியாகிய சோயாபீன்ஸ் செடியை 2 அல்லது 4 நாள்கள் வைத்திருந்தால் பூக்கும். கிரை ஸாந்திமம் செடிக்கு 8 முதல் 30 நாள்கள் வைத்திருக்க வேண்டும்.

உணர்பகுதி : ஒளிக்காலத்தின் தூண்டுதலைத் தாவரத்தின் எப் பகுதி உணர்கிறது என்று அறிய உருஷிய நாட்டு அறிவிய லறிஞர் **சைலக்கியான்** (Cajlachjan) செய்த சோதனையைப் பார்ப் போம். இவர் குறு ஒளிநாள் தாவரமான கிரைஸாந்திமத்தை எடுத்துக்கொண்டார். முதல் செடியின் நுனியில் உள்ள இலைகள் அகற்றப்பட்டன. அடிப்பகுதியில் மட்டும் இலைகள்விட்டு வைக்கப்

பட்டன. இதற்கு 12 மணி நேரம் ஒளிக்காலம் கிடைக்கும்படி தோட்டத்தில் வைக்கப்பட்டது. மற்றொரு செடியின் மேல்பகுதி இலைகளை மட்டும் நீக்கிவிட்டு இதற்கு 8 மணி நேரம் ஒளிக்காலம் கொடுத்த பின்னர், இலைகள்மட்டும் மூடி மறைக்கப்பட்டன. இலைகளை எடுத்த செடியின் மேல்பகுதி நீண்ட ஒளிக்காலத்தைப் பெற்றது. மூன்றுவது செடியில் 8 மணி நேர ஒளிக்காலத்திற்குப் பிறகு தண்டு மூடி மறைக்கப்பட்டது. இலைகள் தொடர்ந்து நீண்ட ஒளிக்காலத்தில் இருந்தன. சோதனைகளின் முடிவில் எச் செடியின் இலைக்குக் குறுகிய ஒளிக்காலம் அளிக்கப்பட்டதோ, அத் தகைய இரண்டாவது செடி பூத்தது. குறைந்த ஒளிக்காலம் தண்டிற்கு அளிக்கப்பட்டால் அது பூப்பதில்லை. எனவே, இலைகள் தான் ஒளிக்காலத்தின் தூண்டுதலை உணர்கின்றன என்பது தெளி வாகிறது. இதன் விளக்கம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 72. ஒளிக்காலத் தூண்டலை உணரும் பகுதி

இருட்காலத்தின் முக்கியத்துவம் (Importance of Dark Period) : தாவரங்கள் இயல்பான சூழலில் 24 மணி நேர இருள் ஒளி வட்டங் களில் வளர்கின்றன. ஒளிக்காலத்தை ஆராய்ந்ததில் தாவரங்கள் பூப்பது ஒளியைவிட இருட்காலத்தின் எதிர் விளைவினலேயே நடை பெறுகிறது என்று அறிகிறோம். உதாரணமாக, குறுநாள் தாவ

ரங்கள் ஒரு தீர்வு கட்ட இருட்காலத்திற்கு அதிகமானால் பூக்கின்றன என்றும், நீள்நாள் தாவரங்கள் ஒரு தீர்வு கட்ட இருட்காலத்திற்குக் குறைந்தால் பூக்கிறது என்றும் அறிகிறோம்.

தாவரங்கள் பூத்தலில் இருட்காலத்தின் முக்கியத்துவத்தை ஹாம்னர் (Hamner) என்பவரும், பான்னர் (Bonner) என்பவரும் ஸாந்தியம் செடியில் செய்த பரிசோதனைகளிலிருந்து அறிகிறோம்.

(1) ஸாந்தியம் செடிக்கு 16 மணி நேர இருட்டும், 8 மணி நேர ஒளியும் கொடுத்தபோது பூக்கிறது.

(2) இரண்டாவது செடிக்கு 16 மணி நேர இருட்டில் சிறிது காலம் ஒளியில் வைத்தபின் மீண்டும் இருட்டில் வைக்கப்பட்டது. இதுவும் 8 மணி நேர ஒளியில் வைக்கப்பட்டது. இது பூப்பதில்லை. அதாவது, இதற்குக் கொடுக்கப்பட்ட இருட்காலம் தொடர்ச்சியாகக் கொடுக்கப்படாமல் நடுவில் ஓர் ஒளிக்காலம் கொடுக்கப்பட்டுப் பின் மீண்டும் இருட்காலம் கொடுக்கப்பட்டது.

8 மணி நேர ஒளிக்காலம் | 16 மணி நேர இருட்காலம்

8 மணி நேர ஒளிக்காலம்

குறுநாள் செடி

8 மணி நேர ஒளிக்காலம் | 16 மணி நேர இருட்காலம்

இடையீடு

8 மணி நேர ஒளிக்காலம்

நீள்நாள் செடி

படம் 73. இருட்காலத்தின் முக்கியத்துவத்தைக் காட்டும் சோதனைகள்

(3) மூன்றாவது செடிக்கு 16 மணி நேரம் தொடர்ச்சியான இருட்காலம் கொடுக்கப்பட்டது. 8 மணி நேர ஒளிக்கால மத்தியில் சிறிது காலம் இருட்டில் வைக்கப்பட்டது. இப்பொழுது செடி

பூக்கிறது. மேற்கண்ட சோதனைகளிலிருந்து குறுநாள் செடிகள் பூப்பதற்கு இடையீடு அற்ற நீண்ட இருட்காலம் தேவைப்படு கிறது என்பது தெரிகிறது.

இதே மாதிரியான சோதனை நீள்நாள் தாவரங்களைக் கொண்டும் செய்யப்பட்டது. பார்லி ஒரு நீள்நாள் தாவரம். இதை 12 மணி நேர ஒளியிலும், 12 மணி நேர இருட்டிலும் வைக்கப்படும்பொழுது பூப்பதில்லை. ஆனால், இருட்காலத்தில் ஒரு விளக்கைப் போட்டுச் சிறிது நேரம் இருளில் இடையீட்டை உண்டாக்கி, ஒளியில் வைத்தபொழுது பார்லிச் செடியில் பூக்கள் தோன்றுகின்றன. எனவே, நீள்நாள் தாவரங்களுக்கு நீண்ட இருள் கூடாது என்பது தெரிகிறது.

இருட்காலத்தைச் சிவப்பு விளக்கால் இடையீடு உண்டாக் கினால் ஒளிக்காலத் தூண்டுதல்கள் நன்றாக நடைபெறுகின்றன. 660 மில்லிமைக்ரான் அலைநீளம் உள்ள சிவப்புக் கதிர்களே ஒளிக் காலத் தூண்டுதலை நன்றாகத் தூண்டச் செய்கின்றன.

ஸாந்தியம் செடிக்கு 8 மணி நேர ஒளியும், 16 மணி நேர இருளும் பூப்பதற்குத் தேவை. இந்த 16 மணி நேர இருட்காலத் தின் நடுவில் 660 மில்லிமைக்ரான் அலைநீளமுள்ள சிவப்புக்கதிர்கள் அளிக்கப்பட்டபோது செடிகள் பூக்கவில்லை. எனவே, சிவப்புக் கதிர்கள் பாதகமான விளைவுகளைத் தருகின்றன. சிவப்புக் கதிர் களுடன் 735 மில்லிமைக்ரான் அலைநீளமுள்ள தொலைசிவப்புக் கதிர்கள் (far red) அளிக்கப்பட்டால், செடி பூக்கிறது. சிவப்புக் கதிர்களின் பாதகமான விளைவுகளைத் தொலைசிவப்புக் கதிர்கள் நீக்கியதால் செடி பூக்கிறது.

ஒளிக்காலத் தூண்டுதலுக்குக் காரணமானது ஃபைடோ குரோம் (phytochrome) என்ற பொருள் என்றும், இது இலைகளில் காணப்படுகிறதென்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இந்த ஃபைடோ குரோம் என்ற நிறமி இரு வடிவங்களில் காணப்படும். ஒன்று சிவப்புக்கதிர்களையும், மற்றொன்று தொலைசிவப்புக் கதிர்களையும் உறிஞ்சும் ஆற்றல் பெற்றவை.

தாவரங்களில் இத்தகைய நிறமிகள் எவ்வாறு செயல் படுகின்றன என்று பார்த்விக் (Borthwick) என்பவர் ஆராய்ந்து, கீழ்க்காணும் முடிவுகளைச் செய்தார்:

1. பகற்காலத்தில் தொலைசிவப்புக் கதிர்களை உறிஞ்சும் ஃபைடோகுரோம் இலைகளில் குவிகிறது. இது குறுநாள் தாவரங்

களில் பூப்பதைத் தடுக்கிறது; நீள்நாள் தாவரங்களில் பூப்பதைத் தூண்டுகிறது.

2. இருட்காலத்தில் தொலைசிவப்புக் கதிர்களை உறிஞ்சும் ஃபைடோகுரோம் அழிந்து விடுகிறது; இதனால் சிவப்புக்கதிர்களை உறிஞ்சும் ஃபைடோகுரோம்களை உண்டாக்குகின்றது. இது குறுநாள் தாவரங்களில் பூப்பதைத் தூண்டி, நீள்நாள் தாவரங்களில் பூப்பதைத் தடுக்கிறது.

ஜிப்பெரில்லின்களும் பூப்பூத்தல் வினையும் (Gibberellins and the Flowering Response): நீள்நாள் தாவரங்களில் ஜிப்பெரில்லினைத் தூவப் பூக்கள் பூக்கின்றன. ஆனால், ஜிப்பெரில்லின் பூக்கச் செய்யும் ஆக்ஸின் ஆகச் செயல்படுவதில்லை. எனவே, இது நேரிடையாகப் பூத்தலுக்கு உதவுவதில்லை. இரு வழிகளில் இதற்குச் சான்றுகள் உள்ளன.

நீள்நாள் தூண்டுதலினால் பூப்பதற்கும், ஜிப்பெரில்லின் உபயோகித்து நீள்நாள் தாவரங்களில் பூக்கச் செய்வதற்கும் வேறுபாடு உண்டு.

முதலில் நீள்நாள் தூண்டுதலில் பூத்தோற்றுவிகளும் (floral primordia), தண்டு நீட்சியும் ஒரே சமயத்தில் நடைபெறுகின்றன என்று ஜே. ஏ. லாக்ஹார்ட் (J. A. Lockhart, 1961) கண்டுபிடித்தார்.

ஜிப்பெரில்லின் உபயோகித்துத் தூண்டச் செய்த தாவரங்களில் பூத்தோற்றுவிகள் தோன்றுவதற்குச் சிறிது காலத்திற்கு முன்னர்த் தண்டு நீட்சி ஏற்பட்டதென ஏ. லாங் (A. Lang, 1957) என்பவரும், எஸ். எச். விட்வெர், எம். ஜே. புகோவாக் (S. H. Wittwer and M. J. Bukovac, 1957) என்பவர்களும் கண்டுபிடித்தார்கள். ஜிப்பெரில்லினால் தூண்டப்பட்ட வளர்ச்சியும் மாறுபாடும் பூ பூப்பதற்கும், வளர்ச்சிக்கும் உரிய தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்கின்றன. இதனால் மறைமுகமாகப் பூப்பது துண்டப்படுகிறது.

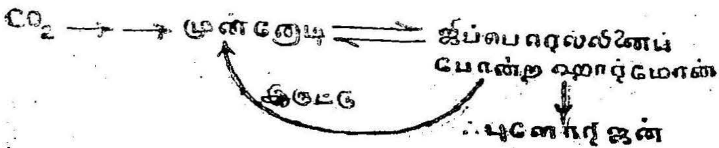
இரண்டாவது வேற்றுமை யாதெனில், ஜிப்பெரில்லின்கள் குறுநாள் தாவரங்களில் பூப்பதைத் தூண்ட இயலவில்லை.

ஒளிக்காலத்தில் ஜிப்பெரில்லினையொத்ததோர் ஆக்ஸின் உண்டாக்கப்படுகிறதென்று பிரியன் (Brian) என்பவர் ஒரு கருத்தினை உருவாக்கினார்.

CO_2 ——→ முன்னோடி → ஜிப்பெரெல்லினை ஒத்த ஆக்ஸின்.
பிரியன் என்பவருடைய கருத்துப்படி முன்னோடிப் பொருள் பூப்பு
தற்குச் சிறிது தூண்டும்படியாகவும், நடுநிலையாகவும், எதிர்ப்
பாகமாகவும் உள்ளது. சிவப்பு ஒளிக்கதிர்களில் முன்னோடிப்
பொருள் ஜிப்பெரில்லினைப் போன்ற பொருள்களாக மாற்றப்படு
கின்றன. இருட்காலத்தில் ஜிப்பெரில்லினையொத்த பொருள்
மீண்டும் முன்னோடிப் பொருளாக மாறிவிடுகிறது. இப்படி மாறு
வதைத் தொலைசிவப்புக் கதிர்கள் துரிதப்படுத்துகின்றன.

ஜிப்பெரில்லினையொத்த ஆக்ஸினின் அளவு ஒளிக்காலத்தின்
அளவினைப் பொறுத்தது. பூக்கச் செய்யும் ஃப்புளோரிஜின் (florigen)
என்ற பொருளும் ஜிப்பெரில்லினையொத்த ஆக்ஸினும் எவ்வாறு
உண்டாக்கப்படுகின்றன என்று ஆராய்வது நலம்.

CO_2 → → முன்னோடி → ஜிப்பெரல்லினைப்
போன்ற ஹார்மோன்



ஃபுளோரிஜன் உண்டாகும் விதம்
படம் 74

நீள்நாள் தாவரங்களில், ஃப்புளோரிஜின் உண்டாக்க அதிக
அளவிலான ஜிப்பெரில்லினையொத்த ஆக்ஸின்கள் தேவைப்
படுகின்றன. குறுநாள் தாவரங்களில் பூக்களை உண்டாக்கக்
குறைந்த அளவு ஜிப்பெரில்லினையொத்த ஆக்ஸினே போதுமான
தாக உள்ளது. போதுமான அளவு ஃப்புளோரிஜின் உண்டாகிய
பின்னர், குறுநாள் தாவரங்களிலும் நீள்நாள் தாவரங்களிலும்
பூக்கள் உண்டாகும்.

மேற்கண்ட விளக்கத்தை எ. டபுள்யூ. நய்லர் (A. W. Navlor,
1961) என்பவரும், டபுள்யூ. ருலண்ட் (W. Ruhland, *1961*)
என்பவரும் உருவாக்கினார்கள்.

நீள்நாள் தாவரங்களிலும், குறுநாள் தாவரங்களிலும்
ஜிப்பெரில்லின் அளவினைச் சைலக்கியான் ஆராய்ந்தபொழுது.

நீள்நாள் சூழலில் தாவரங்களில் அதிகமான ஜிப்பெரில்லின்கள் இலைகளில் இருப்பதைக் கண்டார். இவர் ஜிப்பெரில்லினுக்கும், பூ பூப்பதற்கும் உள்ள தொடர்பினைக் குறித்து ஒரு கோட்பாட்டினை உருவாக்கினார். இதன்படி பூப்பதில் இரு நிலைகள் உள்ளன. முதல்நிலை ஜிப்பெரில்லினாலும், இரண்டாவது நிலை ஆந்தெஸின் (anthesin) என்ற பொருளினாலும் தூண்டச் செய்யும். இரண்டும் சேர்ந்து உண்மையான ஃப்ளோரிஜினை உண்டாக்குகின்றன. நீள்நாள் தாவரங்களில் போதுமான அளவில் ஆந்தெஸின் உள்ளது; ஆனால் ஜிப்பெரில்லின் கிடையாது. குறுநாள் தாவரங்களில் ஜிப்பெரில்லின் அதிகமாகவும், ஆந்தெஸின் குறைவாகவும் உள்ளது. ஜிப்பெரில்லினைப் பயன்படுத்தி, நீள்நாள் தாவரங்களில் பூக்கச் செய்வதையும், குறுநாள் தாவரங்களில் ஜிப்பெரில்லினைப் பயன்படுத்தி, நடுநிலை வினைவுகளைத் தூண்டுவதும் இக் கோட்பாட்டினால் விளக்கப்படுகின்றன.

22. பரிணாமத்தின் வரலாறு
(History of Evolution)

(1) பரிணாமக் கொள்கைகள்

இவ்வுலகில் எண்ணிறைந்த பல வகையான உயிரினங்களை நாம் காண்கிறோம். அவற்றுள் சில பெரியவை; சில மிகவும் சிறியவை. சில நீரில் வாழும்; சில நிலத்தில் வாழும்; மற்றும் சில காற்றில் கலந்திருக்கும். இவ் வகையான உயிரினங்கள் எவ்வாறு தோன்றின, எவ்வாறு பலவாறுகப் பிரிந்தன என்றெல்லாம் மனிதன் தன் எண்ணம் தோன்றிய நாள் முதல் எண்ணி வந்துள்ளான். இதன் காரணமாகவே பல பரிணாமக் கொள்கைகள் (evolutionary theories) காலந்தோறும், நாடுதோறும் தோன்றின. அவற்றைக் காண்போம்:

1. என்றும் அழியாத் தன்மைக் கொள்கை (Theory of Eternity of Present Conditions): இவ்வுலகமும் இதில் உள்ள உயிரினங்களும் எவ்விதமான மாற்றமும் அடையாமல், அன்றும் இன்றும், ஒருவிதமாக ஒரே நிலையில் இருந்தன என்பது இக் கொள்கையின் கருத்தாகும். இக் கொள்கையினை ஹட்டன் (Hutton) என்னும் அறிஞர் ஆதரித்தார்.

2. சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கை (Theory of Special Creation): இக் கொள்கை பழங்காலத்தில் வாழ்ந்த ஹீப்ருக்களிடையேயும் (Hebrews), பின்னர்க் கிறிஸ்தவர்களிடையேயும் (christians) பரவியிருந்தது. இக் கொள்கையினை விளக்கம் செய்தவர்களுள் சுவாரஸ் (Suarez, 1548 - 1617) என்ற ஸ்பெயின் நாட்டுப் பாதிரியாரும் (priest) ஒருவர். இவ்வுலகத்தையும் இதில் உள்ள உயிரினங்கள் அனைத்தையும் இறைவன் 6 நாள்களில் படைத்தார். முதல் நாளில் இறைவன் உலகத்திற்கு வேண்டிய மூலப்பொருளைப் (materia prima) படைத்தார். மூன்றும் நாள், இன்றுள்ள தாவ

ஏங்கள் யாவும் இன்று காணும் நிலையிலேயே அன்று படைக்கப் பட்டன. 5ஆம் 6ஆம் நாள்களில் விலங்குகள் யாவும் படைக்கப் பட்டன. 6ஆம் நாள் உலகில் உள்ள துகள்களிலிருந்து (particles) மனிதன் படைக்கப்பட்டான்.

இக் கொள்கை சுவாரஸ் பாதிரியாரின் செல்வாக்கினால் பல காலம் மக்களிடையே நிலவி வந்தது. இதே மாதிரியான தொரு புராடெஸ்டென்ட் (protestant) கருத்தினை ஜான் மில்டன் (John Milton, 1608-1674) உருவாக்கினார். கடவுள் படைக்கப் பட்ட நிலையிலிருந்து உயிரினங்கள் ஆயிரமாயிரம் ஆண்டுகளுக்குப் பின்னரும் எவ்விதமான மாறுதலும் அடையவில்லை என்று கருதப் பட்டது. ஒரு பேரினத்தில் அடங்கிய உயிரினங்கள் அனைத்தும், அவை இன்றுள்ள நிலையில் படைக்கப்பட்டன என்றும், அவற்றுள் ஏற்படும் கலவியினால் முதலில் படைக்கப்பட்ட இனங்களுடன் புதிய இனங்களும் சேரும் என்றும் லின்னேயஸ் (Linnaeus) நம்பினார்; அவற்றுள் சில உயிரினங்கள் நலிந்து போயின என்றும் நம்பினார்.

3. பிரளயக் கொள்கை (Theory of Catastrophism): 18ஆம் நூற்றாண்டில் பூமிக்குள் புதைந்து கிடந்த பழங்காலத்தில் வாழ்ந்த உயிரினங்களின் தொல்லுயிர்ப் படிமங்களாகக் (fossils) கிடைத்தன. அவற்றில் பல, முற்காலத்தில் உயிரோடு வாழ்ந்து இறந்துபோன உயிரினங்களின் உறுப்புகளாக இருந்தன. சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கையினை ஆதரித்தவர்களுக்கு இஃது ஒரு சிக்க லாக இருந்தது. ஏனெனில், இறைவன் இந்த உலகத்தில் அழிவதற்கென்றே சில உயிரினங்களைப் படைத்தார் என்று அவர் களால் ஏற்றுக்கொள்ள முடியவில்லை. எனவே, சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கையினைச் சிறிது மாற்றி அமைத்துக் கொண்டனர்.

பிரளயக் கொள்கையினை ஆதரித்த அறிஞர்களுள் ஜியார்ஜ் குவியர் (George Cuvier, 1769-1832) என்பவரும் ஒருவர். இவர் சிறந்த தொல்லுயிரியலறிஞர் (Paleontologist). இவர் சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கையினைச் சிறிது மாற்றி அமைத்துக் கொண்டார். பிரளயம் என்பது பெரும்பகுதியான நிலப்பரப் பினைக் கடல் கொள்ளுவதாகும். தமிழ் இலக்கியங்களில் இவை 'கடல் கோள்கள்' என்று கூறப்படுகின்றன. உலகில் இத்தகைய பிரளயங்கள் பல ஏற்பட்டன. பிரளயத்தினால் உயிரினங்கள் யாவும் அழிந்தன. இதனால் இறைவன் புதிய உயிரினங்களைப் படைத்தார்.

இக்காலத்தில் நில உலக வரலாற்றினைப் பல ஊழிக்காலங் களாகப் பிரித்துள்ளனர். இதற்கேற்றவாறு பிரளயக் கொள்கை

யினைப் புதிய முறையில் ஆல்சைடு 'டி' ஆர்பிக்னி (Alcide D' Orbigny, 1802 - 1857) என்பவர் விளக்கினார். இதன்படி இறைவன் முதல் உயிரினங்களை சைலூரியன் காலத்தில் (silurian age) படைத்தார் என்றும், அவை பிரளயத்தினால் அழிந்தன என்றும், இரண்டாவது படைப்பு தெவோனியன் காலத்திற்குப் (devonian period) பிறகு நடைபெற்றது என்றும், இவ்விதமாக 27 பிரளயங்களும், 27 மறு படைப்புகளும் ஏற்பட்டன என்றும் விளக்குகிறார்.

4. உயிரிலிப் பிறப்புக் கொள்கை (Theory of Abiogenesis) : உயிரற்ற பொருள்களிலிருந்து உயிரினங்கள் தோன்றுகின்றன என்பது உயிரிலிப் பிறப்புக் கொள்கை எனப்படும். இதைக் கிரேக்க நாட்டு அறிஞர்களான தேல்ஸ் (Thales), அனக்ஸிமாண்டர் (Anaximander), ஸினோஃபான்ஸ் (Xenophanes), அரிஸ்டாட்டில் (Aristotle) முதலியவர்களும், பிற்கால அறிவியலறிஞர்களான தாமஸ் ஹார்வி (Thomas Harvey), சர் ஐஸக் நியூட்டன் (Sir Isaac Newton), டெஸ்கார்டிஸ் (Descartes), பாராஸெல்ஸஸ் (Paracelsus) ஆகியவர்களும் ஆதரித்தார்கள்.

உயிரிலிப் பிறப்புக் கருத்தினைத் தழுவி, மத்தியக் காலத்தில் (middle age) பல கட்டுக்கதைகள் உண்டாயின. இதன்படி, நீர் அருகே வளரும் மரங்களின் கனிகளிலிருந்து நத்தைகளும், நத்தைகளிலிருந்து வாத்துகளும் உண்டாயின என்று நம்பினார்கள். (படம் 2). இக் கொள்கை 17ஆம் நூற்றாண்டு வரை நிலைத்திருந்தது.

ஃபிரான்ஸிஸ்கோ ரீடி (Francisco Redi, 1626 - 1698), ஸ்ஃபல்லன்ஸானி (Sphallanzani, 1729 - 1799), லூயி பாஸ்டியர் ஆகியவர்கள் செய்த ஆராய்ச்சிகளினால் உயிரிலிப் பிறப்புக் கொள்கை மறுக்கப்பட்டது. உயிர்ப்பொருள்களிலிருந்துதான் உயிரினங்கள் தோன்ற முடியும் என்ற உயிர்வழிப் பிறப்புக் கொள்கை (Theory of Biogenesis) நிரூபிக்கப்பட்டது.

உயிரின் தோற்றம் (Origin of Life) : உலகில் உயிர் எவ்வாறு தோன்றியிருக்கக் கூடும் என்பதற்கு ஏ. ஐ. ஒபாரின் (A. I. Oparin) என்ற உருஷிய நாட்டு அறிவியலறிஞர் தரும் விளக்கம் கவனிக்கத் தக்கது. இவருடைய கருத்துப்படி உலகம் தோன்றியபொழுது எவ்விதமான உயிரினமும், உயிர்ப்பொருளும் கிடையாது. அன்றைய சூழலில் காணப்பட்ட எளிய தனிமங்களின் (elements) சேர்க்கையினால் பல புதிய பொருள்கள் ஏற்பட்டன. இவற்றின் சேர்க்கையினால் ஒரு கட்டத்தில் தோன்றிய சிக்கலான புரதம்

தான் உலகில் தோன்றிய முதல் உயிர்ப்பொருள். எனவே, குறிப்பிட்ட வரிசையான மாறுதல்களின் தவிர்க்க முடியாத விளைவின் ஒரு கட்டத்தில் தோன்றியது உயிர்ப்பொருள் என்று ஓபாரின் கருதுகிறார்.

20ஆம் நூற்றாண்டில் செய்த ஆய்வுகளிலிருந்து உயிரின் சாரம் என்று சொல்லப்படுவது DNA என்ற டி ஆக்ஸிரிபோ நியூக்ளியக் அமிலமும், RNA என்ற ரிபோ நியூக்ளியக் அமிலமும் என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது. தற்பொழுது மிகச் சிறிய உயிரினம் என்று கருதப்படும் வைரஸில் DNA மூலக்கூறு ஒன்றும் (சில வைரஸ்களில் RNA), அதைச் சுற்றி ஒரு புரத உறையும் (protein coat) உள்ளன.

உலகம் தோன்றி, அதில் மிகச் சிறிய, மிக எளிய உயிரினம் தோன்றுவதற்கு எண்ணற்ற ஆண்டுகள் ஆகியிருக்கும். முதல் உயிர்ப்பொருள் தோன்றிய காலச் சூழலில் கார்பன் (carbon), ஆக்ஸிஜன், ஹைட்ரஜன் (hydrogen), நைட்ரஜன் போன்ற தனிமங்கள் இருந்தன. இவற்றின் சேர்க்கையினால் தண்ணீர் (H_2O), அம்மோனியா (NH_3), கால்ஸியம் கார்பைட் (calcium carbide) போன்ற எளிய மூலக்கூறுகள் உண்டாயின. இத்தகைய மூலக் கூறுகளின் சேர்க்கையினால் அமினோ அமிலங்கள் (amino acids) உண்டாகிப் பின்னர் உயிர்ப்பொருளுக்கு ஆதாரமான DNA, RNA போன்ற நியூக்ளியக் அமிலங்கள் தோன்றியிருக்க வேண்டும். இவ்வாறு வேதித் தனிமங்களின் உதவியினால் உயிர்ப் பொருள் தோன்றுவதற்கு வேதிப் பரிணாமம் (chemical evolution) என்று பெயர்.

இவ்வாறு தோன்றிய முதல் உயிரினம் மிகவும் எளிய அமைப்புடையது. இது அதைச் சூழ்ந்துள்ள அங்ககப்பொருள் களிலிருந்து ஆற்றலைப் பெற்றுக்கொண்டு, மட்குண்ணியாக (saprophyte) உயிர் வாழ்கிறது. இந்த எளிய அமைப்புடைய உயிரினம் காற்றிலிச் சுவாசியாகச் (anaerobe) சுவாசித்து, மிகச் சிறிய அளவில் வளர்சிதை மாற்றங்களை நிகழ்த்திப் பிறகு தன்னை யொத்த மற்றோர் உயிரினத்தை உண்டாக்குகிறது. இது இனப் பெருக்கம் எனப்படும். இத்தகைய எளிய உயிரினம் காலப் போக்கில் நிறமிகளைப் பெற்று, உணவு தயாரித்துச் சுய ஜீவிகளாக (autotrophs) வாழ ஆரம்பிக்கின்றன. உணவு தயாரிக்கும் பொழுதுதான் ஆக்ஸிஜன் வெளியாகிறது. இதனால் வளி மண்ட லத்தில் ஆக்ஸிஜன் உண்டாகிறது. பிறகு இந்த உயிரினங்கள் காற்றுச் சுவாசிகளாக (aerobes) மாறுகின்றன. இத்தகைய எளிய உயிரினங்களில் காலப்போக்கில் பல வகையான வேறுபாடுகள் குவிந்தும், மிகுந்தும் சிக்கலான அமைப்புடைய பல உயிரினங்கள்

உண்டாகின்றன. இதனை விளக்கும் கொள்கையே 'அங்ககப் பரிணாமக் கொள்கை' (Theory of Organic Evolution) எனப் படும். இக் கொள்கையின் சிறப்பான கருத்துகளாவன:

இன்று நாம் காணும் பல செல்களுடைய சிக்கலான அமைப்பினைப் பெற்ற தாவரங்களும் விலங்குகளும் முன்னர் வாழ்ந்திருந்த எளிய அமைப்புடைய உயிரினத்திலிருந்து தோன்றியவை.

எளிய அமைப்புடைய உயிரினங்களில் காலப்போக்கில் பல காரணங்களினால் பல மாறுதல்கள் நிகழ்ந்து, அம் மாறுதல்கள் அடுத்த தலைமுறைகளிலும் தொடர்ந்து வருவதனால் பல புதிய சிக்கலான உயிரினங்கள் தோன்றலாயின.

அங்ககப் பரிணாமக் கொள்கையின் வரலாறும் வளர்ச்சியும் : (History and Development of Theory of Organic Evolution): அங்ககப் பரிணாமக் கொள்கை தற்கால ஆராய்ச்சியின் தனி விளைவு என்று எண்ணுவது தவறு. இக் கருத்து சுமார் 2500 ஆண்டுகளுக்கு முன்பிலிருந்து இன்றுவரை பலராலும் பலவிதமாகக் கூறப்பட்டு வந்துள்ளது.

1. அனாக்ஸிமாண்டர் (Anaximander, 611-547 B.C.) என்பவர் உலகம் தோன்றியதற்குப் பகுத்தறிவிற்கொவ்வும் விதத்தில் விளக்கம் கூறினார்; 'உயிரினங்கள் அனைத்தும் முதலில் ஒரு தோற்றுவி திரவத்திலிருந்து (primordial fluid) உண்டாயின. இது வறண்டு தாவரங்களாகவும், விலங்குகளாகவும் மாறின. மனிதன் முதலில் மீன் போன்ற வடிவத்துடன் நீரில் வாழ்ந்து, பிறகு மீன் உருவத்தினின்று நிலத்திற்கு மனித உருவம் பெற்று வந்தான்' என்று நம்பினார்.

2. ஸீனோஃபானஸ் (Xenophanes, 576-480 B.C.) என்பவர் முதன்முதலில் தொல்லுயிர்ப் படிமங்களின் முக்கியத்துவத்தை உணர்ந்தார். நிலத்தில் காணும் கடல்வாழ் உயிரினங்களின் தொல்லுயிர்ப் படிமங்களிலிருந்து அந் நிலப்பகுதியில் ஒரு காலத்தில் கடல் இருந்தது என்ற மண்ணியல் கால வரலாற்றினை (Geological History) விளக்குகிறது.

3. எம்பிடாக்ளிஸ் (Empedocles, 495-435 B.C.) என்பவருடைய கருத்துகள் பின் வருமாறு:

'நிலம், நீர், நெருப்பு, வாயு என்பன அன்பு, வெறுப்பு என்பனவற்றால் இணைவதும், பிரிவதுமாக இருக்கின்றன. முதலில்

தாவரங்கள் இவ்வுலகத்தில் தோன்றின. பின்னர்த் தாவரங்களிலிருந்து விலங்குகள் தோன்றின. விலங்குகளின் பகுதிகள் தனியாக உண்டாகி, அன்பு வெறுப்புகளின் மிகுதியினால் அவை ஒன்று சேரும். உயிரற்ற பொருள்களிலிருந்து உயிரினங்கள் உண்டாகின்றன.'

4. அரிஸ்டாட்டில் (Aristotle, 384-322 B.C.) என்பவருடைய கருத்துகள் பின் வருமாறு :

'உயிரினங்கள் உயிராற்றலால் வழிகாட்டப்படுகின்றன. இந்த ஆற்றல் உயிரற்ற பொருள்களில் இல்லை. உயிரினங்கள் தமக்குள் அமைந்திருக்கும் உள்ளிடை முழுமைப் போக்கினால் (internal perfecting tendency) மேன்மேலும் பல மாறுதல்களடைந்து, நிறைவு (perfection) பெறுகின்றன. உயிரற்ற பொருள்களிலிருந்து கீழ்நிலையில் உள்ள தாவரங்களும், பின்னர் விலங்குகளும், நிறைவு பெற்ற மனிதனும் உண்டாகிறான்.' இக் கருத்துப் பொதிந்த இயற்கை ஏணியை (ladder of nature) அரிஸ்டாட்டில் உருவாக்கினார். உயிரற்ற பொருள்களிலிருந்து உயிரினங்கள் தோன்றுகின்றன என்ற உயிரினப் பிறப்புக் கொள்கையினை இவர் நம்பினார். இவர் தகவமைவு (adaptation) பற்றியும் அறிந்திருந்தார்.

அரிஸ்டாட்டிலுக்குப் பிறகு பரிணாமக் கருத்துப் பல்லாண்டுகள் வளராமலிருந்தது. பின்னர்ப் பல நாடுகளிலும் பல சமயங்கள் தோன்றின. சமயங்கள் சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கையினை ஆதரித்தன. இக் கருத்திற்குப் பரிணாமக் கொள்கைகள் முரணாக இருந்தமையால் பரிணாமக் கருத்துச் சில காலம் வளராமல் இருந்தது. பின்னர்த் தோன்றிய அறிஞர்களால் பரிணாமக் கருத்து மீண்டும் வளரத் தொடங்கியது.

மறுமலர்ச்சிக் காலத்தில் (The Renaissance Period) 14, 15, 16ஆம் நூற்றாண்டுகளில் கிரேக்க உரோம அறிவியல் இலக்கியங்களை மக்கள் மீண்டும் படிக்கத் தொடங்கினார்கள்.

லியோனார்டோ டா வின்சி (Leonardo da Vinci, 1452-1519) தொல்லுயிர்ப் படிமங்களின் முக்கியத்துவத்தை உணர்ந்திருந்தார்.

ஸீஸல்பினோ (Ceasalpino, 1519-1603) தாவரங்களின் பூவில் உள்ள இலைகளை, உருமாறிய இலைகள் (metamorphosed leaves) என்று நம்பினார். இக் காலத்தில் வாழ்ந்த அறிவியல் அறிஞர்கள்,

பல நாடுகளிலும் உள்ள அறிவியற்கருத்துகளைச் சேகரம் செய்து கலைக்களஞ்சியம் ஏற்படுத்துவதில் முனைந்திருந்தார்கள்.

இயற்கைத்தத்துவ ஞானிகள் (The Natural Philosophers) 17, 18-ஆம் நூற்றாண்டுகளில் அக் காலத்தில் நிலவிய அறிவியல் கருத்துகளுக்கு இணங்க விளக்கம் செய்தார்கள்.

ஃபிரான்ஸிஸ் பேகன் (Francis Bacon, 1561-1622) என்பவர் இயற்கையில் காணும் வேறுபாடுகளை நன்றாக ஆய்ந்து, அவற்றிற்கான காரணங்களைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும் என்று கருதினார். இவ் வேறுபாடுகளில் செயற்கைமுறைத் தேர்வு (artificial selection) நடைபெறுவதால், இனங்கள் மாறுகின்றன என்றும், இயற்கையில் இடைநிலையான உயிரினங்கள் (transitional forms) உள்ளன என்றும் கூறினார். உதாரணமாக, பறக்கும் மீன்கள் என்பவை பறவைகளுக்கும் மீன்களுக்கும் இடைப் பட்டவை என்றும், வெளவால், நாற்கால் பிராணிகளுக்கும் (quadrupeds) பறவைகளுக்கும் இடைப்பட்டது என்றும் கூறினார்.

டெஸ்கார்டிஸ் (Descartes, 1596-1650) என்பவர் உலகின் பரிமாணம் பற்றியும், உயிரின் பரிமாணம் பற்றியும் கூறுகிறார். இவர் தற்காலச் செயலியலுக்கு அடிகோலியவர்.

லைப்னிட்ஸ் (Leibnitz, 1646-1716) என்பவருக்கு முன்பிருந்த அறிஞர்களைவிட இவருக்கு அறிவியல் அறிவு அதிகமாக இருந்தது. இவர் தொல்லுயிர்ப் படிமங்கள் உண்டாகும் விதத்தையும், அவற்றின் இயல்பினையும், தாவர விலங்கு வகைபாட்டியலையும், ஒப்புமை உள்ளமைப்பியலையும், நுண்ணோக்கி கண்டுபிடிக்கப் பட்டதால் உண்டாகிய புதிய அறிவியற்கருத்துகளையும் அறிந்திருந்தார்; விலங்குகளில் புதிய உயிரினங்கள் உண்டாவதற்கு வாழ்விடக்காரணிகளே காரணம் என்று கருதினார்.

கான்ட் (Kant, 1724-1804) என்பவர் இனங்கள் மாறும் என் பதனை ஒத்துக்கொண்டார்; ஆனால், அம் மாறுதல்கள் பரிணாமத் திற்கு உதவும் என்று அறியவில்லை.

உயிரியல் ஆய்வுகளும் வெளியீடுகளும் (Biological Research and Writings): 17, 18ஆம் நூற்றாண்டுகளில் அறிவியற்கருத்துகள் அடங்கிய பல வெளியீடுகள் வெளியிடப்பட்டன. பல தாவரங்கள், விலங்குகளைப் பற்றிப் புதிதாகப் பல நூல்கள் வெளி யிடப்பட்டன. அதனால் இத்தகைய அறிவியற்கருத்துகளை ஓர் அமைப்பின்கீழ் வகைபாடு செய்வது அவசியமாயிற்று.

ஜான் ரே (John Ray, 1627-1705) என்பவர் பல தாவரங்களையும் ஆராய்ந்து, ஒரு சிறந்த வகைபாட்டியலை உண்டாக்கினார். உயிரினங்களுக்கிடையே உள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகளை அடிப்படையாகக்கொண்டு இவர் தம் வகைபாட்டியலை வகுத்தார். இனம் என்பது உறவு முறையுள்ள உயிரினங்களிலிருந்து தோன்றிய வளமுடன் கலவியில் ஈடுபடும் சமூகம் என்று கூறுகிறார்.

மாபெர்ஷியஸின் (Maupertius, 1678-1759) ஆய்வுகள் பல காலம் மறைந்திருந்து, சமீப காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவர் 'பாரம்பரியத் துகள் கொள்கையினை' (Hereditary Particles) உருவாக்கினார். மெண்டலின் மரபியல் கொள்கைகளில் கூறப்பட்ட பலவற்றை இவர் மெண்டலுக்கு முன்பே கூறியுள்ளார்; சடுதிமாற்றம், தேர்வு, புவியியல் ஒதுக்கீடு(geographical isolation) முதலியவற்றின் அடிப்படையிலான ஒரு பரிணாமக் கொள்கையினை உருவாக்கினார்.

கரோலஸ் லின்னயிஸ் என்பவர் சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கையினை ஆதரித்தபோதிலும் இறைவனின் படைப்பிற்குப் பிறகு இனங்கள் கலவியினாலும், வாழ்விடக் காரணிகளின் மாறுதல்களினாலும் மாறுபாடு அடையும் என்று கூறினார்.

பஃப்பன் (Buffon, 1707 - 1788). வாழ்ந்த காலத்தில் மடாலயங்களிலும், மதத்தலைவர்களிடமும் மக்களிடையே கண்ட அறிவியற்கருத்துகள் அடங்கியிருந்தன. இவர்கள் பேசியது வேதம்; சொல்லியது இலக்கியம், அறிவியல் என்றவாறான ஆதிக்கம் இருந்து வந்தது. இதனால் உண்மையை உணர வேண்டும் என்ற உத்வேக உணர்ச்சி, உள்ளாற்றலுடன் துடித்த அறிவிய லறிஞர்கள், தாம் கண்ட உண்மைகளை மற்ற மக்களுக்கு உணர்த்த அஞ்சினார்கள். அப்படிப்பட்டவர்களில் பஃப்பனும் ஒருவர். எனவே, சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கைக்கும் பரிணாமக்கொள்கைக்கும் இடையே இவர் ஊசலாடினார். இவருடைய கருத்துகளாவன :

'சூழ்நிலையின் நேரடி ஆதிக்கத்தினால் தாவரங்கள், விலங்குகளின் அமைப்புகள் புதிய மாறுதல்களைப் பெற்றுப் புதிய உயிரினங்கள் உண்டாகின்றன. ஆனால், உயிரினங்களில் எவ்விதமான மாறுதல்களும் ஏற்படாவண்ணம் உயிரினங்களின் பாரம்பரியம் பாதுகாக்கிறது. காலநிலையாதிக்கத்தினாலும், மனிதனுடைய முயற்சியினாலும் புதிய இனங்கள் உண்டாகின்றன. வாழ்க்கைப் போரினால் (struggle for existence) பெருங்கூட்டம் தவிர்க்கப்பட்டு, இயற்கைச் சமநிலை (balance of nature) பாதுகாக்கப்படுகிறது. இயற்கையில் குறைந்த அளவு முழுமை பெற்ற இனங்கள் நீக்கப்பட்டு விடுகின்றன.'

ஜேமஸ் ஹட்டன் (James Hutton, 1726-1797) என்பவர் கூறியிருக்கும் கருத்துகளாவன :

'நீர், காற்று, வெப்பம், குளிர்ச்சி முதலியவை இன்றிருக்கும் நிலையிலேயே பழங்காலத்தில் உலகம் தோன்றியபொழுது இருந்தன. எனவே, உலகின் வயது மிக அதிகமாக இருக்கும். பிரளயங்கள் நிகழ்ந்திருக்க வாய்ப்பில்லை.

வில்லியம் ஸ்மித் (William Smith, 1769-1839), 'பாறைகளின் அடுக்குகள் ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க வகையான தொல்லுயிர்ப் படிமங்கள் உள்ளன என்றும், மிகவும் பழங்காலப் பாறைகளில் கிடைத்த உயிரினங்கள் எளிய அமைப்புப் பெற்றவை' என்றும் நம்பினார்.

சார்லஸ் லையெல் (Charles Lyell, 1797-1875), 'மண்ணியல் தத்துவங்கள்' (Principles of Geology) என்ற நூலை எழுதினார். இந் நூல் டார்வினுடைய கடற்பிரயாணத்திற்கு மிகவும் பயன் பட்டது. மண்ணியல் தத்துவம் உணரப்பட்டதால், உலகில் பரிணாமம் நிகழப் பல்லாண்டுகள் செல்லும் என்ற உண்மை உணரப்பட்டது.

எராஸ்மஸ் டார்வின் (Erasmus Darwin, 1731-1802) கருத்துகள் பின் வருமாறு : 'எல்லா உயிரினங்களும் ஓர் உயிர்ப் பொருளிலிருந்து உண்டாகியவை. பலவிதமான உயிரினங்களுடைய உலகத்தை இறைவன் உண்டாக்கப் பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகள் ஆகியிருக்கும். படைப்பவனால் முதல் உயிரினத்திற்கு வளர்ச்சிக்குரிய ஆற்றல் அளிக்கப்பட்டது. அவ்வுயிரினத்தில் ஏற்படும் பலவிதமான தகஅமைவுகள் படைத்தவனின் குறுக்கீடு இல்லாமல் நடைபெறுகின்றன. விலங்குகள் அனைத்தும் தம் கடுஞ்செயல்களினாலும் (exertions), இன்ப துன்பங்களின் ஈடுபாடுகளினாலும் வேறுபாடுகள் அடைகின்றன. இவ்விதமான வேறுபாடுகள் பின்வரும் சந்ததியிலும் காணப்படுகின்றன. வாழ்க்கைப் போரின் கொடுமையினால் உயிரினங்கள் எண்ணிக்கையில் மிகவும் அதிகரிக்காமல் உள்ளன. ஆயினும், அது முடிவில் நன்மையையே தரும்' என்பன.

(2) அங்ககப் பரிணாமக் கொள்கைகள் (Theories of Organic Evolution)

அங்ககப் பரிணாமக் கொள்கையைப் பெரும்பாலான அறிஞர்கள் மறுப்பின்றி ஒத்துக்கொள்ளுகின்றார்கள். பரிணாமம் எவ்வாறு நிகழ்ந்தது, அதற்கு அடிப்படையான காரணங்கள்

யாவை என்று அறிஞர்கள் ஆராய்ந்தார்கள். பரிணாமத்தினை விளக்க வந்த கொள்கைகள் அனைத்தும் பரிணாமம் நடைபெறு வதற்குரிய மூலப்பொருள் 'வேறுபாடுகள்' என்று கூறுகின்றார்கள். இவ் வேறுபாடுகளின் உயிரினங்களில் எவ்வாறு நிகழ்ந்தன, எவ்வாறு புதிய இனங்கள் உண்டாயின என்பதையே பரிணாமக் கொள்கைகள் விளக்குகின்றன.

அங்ககப் பரிணாமக் கொள்கைக்குரிய செயல்முறைகளை (mechanisms) ஆராய்ந்து மூன்று முக்கியமான பரிணாமக் கொள்கைகளை மூன்று அறிஞர்கள் உருவாக்கினார்கள்:

1. முயற்சியினால் பெற்ற பண்புகள் பாரம்பரியமாகின்றன அல்லது பயன்படுத்தும் பயன்படுத்தாத லாமார்க்கின் கொள்கை (The Theory of Inheritance of Acquired Characters or Theory of Use and Disuse Theory).

2. சார்லஸ் டார்வினின் இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கை (The Natural Selection Theory of Charles Darwin).

3. ஹியூகோ டி விரிஸின் சடுதி மாற்றக் கொள்கை (Mutation Theory of Hugo De Vries).

லாமார்க்கின் கொள்கை (Lamarck's Theory) ஜீன் பாப்டிஸ்ட்-டி லாமார்க் (Jean Baptiste de Lamarck, *1744-1829*): இவர் பிரெஞ்சு நாட்டின் உயிரியலறிஞராவர். இவரை நவீனக்காலப் பாரம்பரியக் கொள்கைக்கு அடிகோலியவர் (Founder of the Complete Modern Theory of Descent) என்று சிறப்பித்துக் கூறப்படுகிறார். இவர் ஓர் ஏழைக் குடும்பத்தின் ஏழாவது பிள்ளையாகப் பிறந்தார். பள்ளிப் பருவத்தில் இவருடைய விருப்பத்திற்கெதிராக இவர் பாதிரியாக ஆவதற்குரிய பயிற்சிப்பள்ளிக்கு அனுப்பப்பட்டார். பின்னர் இவர் மருத்துவம் பயின்றார். பாரிஸில் உள்ள அரசு அரண்மனைக்காட்சிச் சாலையையும் (Royal Palace Museum in Paris), தாவரவியல் பூங்காவினையும் திருத்தி அமைக்கும் பணிக்காக இவர் நியமிக்கப்பட்டார்; இவருடைய 50ஆவது வயதில் பேராசிரியராக நியமிக்கப் பட்டார்; இச் சமயத்தில் பல விலங்குகளை ஆராய்ந்து, வகைப் படுத்த முயன்றார்; உயிரினங்கள் அனைத்தும் காலப்போக்கில் மாறுதல்கள் அடைந்து, புதிய இனங்களாகின்றன என்று உணர்ந் தார். இவர் தமது பரிணாமக் கொள்கையினை 1809ஆம் ஆண்டில் 'பிலசாபிக் ஜுவாலஜிக்' (Philosophie Zoologique) என்ற நூலின் வாயிலாக வெளியிட்டார். இவருடைய பரிணாமக் கொள் கைக்குப் பின் வருபவை அடிப்படைக் கருத்துகளாக அமைந் தன:

(a) மாறுபட்ட உயிரினங்களில் அடிப்படையான ஆதார ஒற்றுமை உள்ளது.

(b) இனங்கள் படிப்படியான முன்னேற்றமான வளர்ச்சியை அடைகின்றன.

(c) மாறுபட்ட வெளிக்காரணிகளின் ஆதிக்கத்தினுல் உயிரினங்கள் மாறுபடுகின்றன.

இவர் இரு கொள்கைகளை உருவாக்கினர்:

1. பயன்படுத்தும் பயன்படுத்தாத கொள்கை
2. சூழ்நிலையினுல் பெற்ற பண்புகள் பாரம்பரியமானவை.

1. பயன்படுத்தும் பயன்படுத்தாத கொள்கை: இக் கொள்கையின்படி அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படும் உறுப்புகள் சிறப்பான வளர்ச்சியைப் பெறுகின்றன. பயன்படுத்தப்படாத உறுப்புகளும், அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படாத உறுப்புகளும் அளவில் குறைந்து காலப்போக்கில் மறைந்து விடுகின்றன.

சூழ்நிலைக் காரணிகளிடையே உயிரினங்கள் வாழ்கின்றன. ஆகையினுல், அவை உயிரினங்களைப் பாதித்துக்கொண்டே இருக்கின்றன. சூழ்நிலையின் விளைவு, உயிரினங்களில் உடனடியாகத் தெரிவதில்லை; அதன் விளைவு வெளிப்பட நீண்ட நாள்கள் செல்லும். சூழ்நிலை மாறுபாடுகளினுல் உயிரினங்களின் தேவைகளும் மாறுபடும். புதிய மாறுபட்ட தேவைகளுக்காக உயிரினங்கள் பல புதிய செயல்களைச் செய்ய முயற்சிக்கின்றன. இவ்விதமான புதிய தேவைகளுக்குரிய செயல்களினுல் சில உறுப்புகள் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. புதிய சூழ்நிலையில் பயன்படுத்தப்படாத சில உறுப்புகளும் உள்ளன. அவற்றிற்கு வேலையில்லாமற்போய் விடுகிறது. பயன்படுத்தப்படாத உறுப்புகள், தம் நிலையினின்றும் சிதைவுற்றுக் கடைசியில் அழிந்து விடுகின்றன. சூழ்நிலையின் ஆதிக்கத்தினுல் பெற்ற புதிய பண்புகள், அடுத்த சந்ததியிலும் பாரம்பரியமாகக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. இங்ஙனம் தொடர்ந்து பல சந்ததிகளிலும் காணப்பட்ட புதிய பண்புகள் குவிந்து, சிறந்து, புதிய இனங்கள் உண்டாவதற்குக் காரணமாக உள்ளன. விலங்குகளின் புதிய தேவைகளினுல் ஆகிய முயற்சியினுல் புதிய உறுப்புகள் உண்டாகின்றன; பயன்படுத்தப்படாத, தேவையற்ற உறுப்புகள் அழிந்து போகின்றன. பரிணும மட்டத்தின்கீழுள்ள தாவரங்களிலும், விலங்குகளிலும் சூழ்நிலையின் நேரடி ஆதிக்கத்தினுல் வேறுபாடுகள் ஏற்படுகின்றன.

(a) லாமார்க் தம் பரிணாமக் கொள்கையினை நிலைநாட்டப் பல மேற்கோள்களைக் காட்டினார். அவற்றுள் மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தது ஒட்டைச்சிவிங்கி (Giraffe) உதாரணமாகும். இன்றுள்ள ஒட்டைச்சிவிங்கியின் முன்னோர்களுக்குத் தரையில் முளைத்துள்ள சிறு செடிகளும், புற்களும் ஆகிய உணவு போதிய அளவில் கிடைக்க முடியாமற்போயிற்று. அதனால் அவை உயர்ந்த மரங்களில் உள்ள இலைகளைத் தின்ன ஆரம்பித்தன. உயரமான மரங்களில் உள்ள இலைகளை உணவாகக்கொள்ள உணர்வாற்றல் உள்ள (conscious) முயற்சியைத் தொடர்ந்து பல சந்ததிகளிலும் மேற் கொள்ளுவதால், அவற்றின் கழுத்துகளும் முன்னங்கால்களும் நீண்டு வளர்ந்துள்ளன. (இதற்குரிய சூழ்நிலை-உயர்ந்த மரங்கள்; முயற்சி-அவற்றில் உள்ள இலைகளைப் பெறுவது; முயற்சியுடைய உறுப்புகள்-தொடர்ந்து பயன்படுத்தப்படும் கழுத்தும் முன்னங் கால்களும்-விளைவு; நீண்ட கழுத்தும் நீண்ட முன்னங்கால்களும்.)

(b) இன்றுள்ள பாம்புகளின் முன்னோர்களுக்குப் பல்லி களைப் போன்ற கால்கள் இருந்தன. இவை, ஊர்வன (reptiles). விலங்குகளுக்கு அடுத்தபடியாகத் தோன்றிய பாலூட்டிகளுடன் (mammals) போட்டியிட இயலாமல் வளைகளிலும், குகைகளிலும் சென்று மறந்து வாழ வேண்டிய அவசியம் ஏற்பட்டது. புதிய சூழ்நிலையில் பாம்புகள் குகைகளினுள் நகர்ந்து செல்ல வேண்டி யிருந்தது. இதனால் கால்களைப் பயன்படுத்த முடியவில்லை. பாம்புகள் தொடர்ந்து வந்த பல சந்ததிகளிலும் கால்களைப் பயன் படுத்தாதனால், கால்களை இழந்து விட்டன.

(c) குகைகளில் வாழும் விலங்கினங்கள் இருட்டிலேயே வாழக் கற்றுக்கொண்டன. இதனால் வெளிச்சத்தில் நன்றாகப் பார்க்கக்கூடிய அமைப்பினைப்பெற்ற கண்கள், அவற்றின் ஆற்ற லிற்குறைந்து, தம் அளவில் சுருங்கிச் சிறுத்துக் காணப்படுகின்றன.

(d) தண்ணீரில் தொடர்ந்து நீர்மட்டத்திற்குமேல் நிற்க வேண்டும் என்ற முயற்சியையுடைய பறவைகளுக்கு நீண்ட கால் களும், கால் விரல்களுக்கிடையே சவ்வுகளும் (webs) காணப்படு கின்றன, (உ-ம்.) கொக்கு, வாத்து.

(e) நியூஸிலந்து (Newzealand) நாட்டில் வாழும் கிவி (Kiwi) போன்ற பறவைகள் பறக்கும் ஆற்றலை இழந்து விட்டன. இவை தொடர்ந்து தம் இறக்கைகளைப் பயன்படுத்தாதனால் பறக்கும் ஆற்றலை இழந்துவிட்டன என்று லாமார்க் கூறுகிறார்.

ரோமெர் (Romer) என்னும் அறிவியலறிஞர் இதற்குப் புதியதொரு விளக்கத்தினைத் தருகிறார்: "தரையில் உள்ள எதிரிகளுக்குப் பயந்து, அவற்றினிடமிருந்து தப்பிப்பதற்காகவே பறக்கும் தன்மை ஏற்பட்டது. கிவி, நெருப்புக்கோழி (Ostrich), ரியா, (Rhea), எமு (Emu) போன்ற பறவாப் பறவைகள் வாழும் வாழ்விடங்களில் அவற்றைக் கொன்று தின்னும் விலங்குகள் காணப்படுவதில்லை. அதனால் அவை பறக்கும் ஆற்றலை இழந்து விட்டன.' மற்றும் இவ்விதமான பறவாப் பறவைகள் (flightless birds) எதிரிகளிடமிருந்து தப்பிக்க நன்றாக, வேகமாக ஓடக் கூடியவையாக உள்ளன.

(f) கைத்தொழில் வினைஞர்களின் (artisans) கைகள் தொடர்ந்து பயன்படுத்தப்படுவதால் உறுதியும், உரமும் பெற்று விளங்கும். இவ்விதமில்லாமல் பேனா பிடித்து எழுதுவோரின் கைகள் மிருதுவாக இருப்பதைக் காண்கிறோம்.

(g) மனிதனின் குடலில் காணப்படும் 'குடல்வால்' (vermiform appendix) என்னும் எச்ச உறுப்பு (vestigeal organ) மனிதனின் செரிக்கும் உறுப்புகளோடு (digestive organs) தொடர்புற்றிருந்த போதிலும், இதற்கு என்று ஒரு வேலையும் இல்லை. இதனால் மனிதனுக்கு ஒரு பயனும் இல்லை. ஆனால், பரிணாம நிலையில் முயல்களுக்கு இத்தகைய குடல்வால்கள் பெரிதாகச் சிறந்ததோர் உறுப்பாகக் காணப்படுகிறது. முயல்கள் தாவரங்களை உண்ணுபவை (herbivores). தாவரங்களில் காணப்படும் செல்லுலோஸ் (cellulose) செரிப்பதற்குக் கடினமான பொருள். இதனால் குடல்வால் பெரிதாக ஸீகம் (caecum) என்ற பகுதியாக உள்ளது. இதில் செரிக்கும் ஆற்றலுடைய பாக்டீரியா, முன்னுயிரிகளுடன் காணப்படுகின்றன. மனிதன் எல்லாவகை உணவுகளையும் உண்பவனாதலாலும் (omnivore), செரிப்பதற்கேற்ற ஆற்றல் உடைய நொதிகள் உள்ளவையாலும் நன்றாக வளர்ச்சியுடைய குடல்வால் தேவையற்றதாக உள்ளது. இவ்வுறுப்புத் தொடர்ந்து பயன்படுத்தப்படாததனால் நலிந்து காணப்படுகிறது.

2. சூழ்நிலையினால் பெற்ற பண்புகள் பாரம்பரியமானவை: 'சூழ்நிலை இயக்கும் ஆற்றலாக இருந்து (motivating force) உயிரினங்களில் மாறுதல்களை உண்டாக்குகிறது. இவ்வாறு சூழ்நிலையால் பெற்ற வேறுபாடுகள் அடுத்த சந்ததியிலும் பாரம்பரியமாகக் காணப்படுகின்றன" என்பது லாமார்க்கின் கொள்கையாகும். இந்தக் கருத்தினைப் புகழ் பெற்ற உயிரியலறிஞரான ஹெர்பெர்ட் ஸ்பென்ஸர் (Herbert Spencer) என்பவர் ஆதரித்தார்.

இக் கருத்திற்குக் கூறப்பட்ட மறுப்புகள் :

லாமார்க்கின் சூழ்நிலையால் பெற்ற மாறுபாடுகள் பாரம்பரிய மானவை என்பது அறிஞர்கள் பலராலும் மறுத்து உரைக்கப் பட்டன.

(a) லாமார்க்கின் கொள்கைகள் பரம்பரைப் பண்பு களையோ, அவற்றின் உண்மை நிலைகளையோ அடிப்படையாகக் கொண்டு அமைக்கப்பட்டவை அல்ல.

(b) லாமார்க்கின் கொள்கைகள் வெறும் கொள்கைகளே தவிர, செயல் முறை ஆய்வுகளினால் பரிசோதனைகள் செய்யப்பட்டு முடிவு செய்யப்பட்டவை அல்ல.

(c) லாமார்க்கின் கொள்கைக்கு வீஸ்மேன் உருவாக்கிய ஜெம்பிளாசக் கொள்கை பெரும் எதிர்ப்பாக அமைந்தது. உயிரினங்களின் உடலப்பகுதி ஸோமாடோபிளாசம் (somato-plasm) என்றும், இனப்பெருக்கு உறுப்புகள் ஜெம்பிளாசம் (germ-plasm) என்றும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. சூழ்நிலையின் ஆதிக்கத்தினால் ஸோமாடோபிளாசம் என்ற உடலத்தில் தோன்றும் வேறு பாடுகள், இனப்பெருக்கு உறுப்புகளான ஜெம்பிளாசத்தினைப் பாதிப்பதில்லை. ஸோமாடோபிளாசத்தில் ஏற்பட்ட வேறு பாடுகள், அடுத்த தலைமுறைக்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டுப் பாரம்பரியம் ஆவதில்லை. ஜெம்பிளாசத்தில் வேறுபாடுகள் தோன்றினால்தான், அடுத்த சந்ததிகளிலும் பாரம்பரியமாக்கப் படுகின்றன என்று வீஸ்மேன் கருதினார்.

இவர் எலிகளின் வால்களைத் தொடர்ந்து 19 சந்ததிகளில் வெட்டிய போதிலும், அடுத்த சந்ததியில் வால்கள் உள்ள எலிகள் தோன்றுவதைக் கண்டார்; எனவே, சூழ்நிலையினால் பெற்ற பண்புகள் பாரம்பரியமானவை என்ற லாமார்க்கின் கொள் கையினை மறுத்தார்.

போரினால் கால்களை இழந்த போர்வீரனுடைய மக்கள் முட மாகப் பிறப்பதில்லை.

பெரும்பாலான இந்தியப் பெண்கள் காதுகளைத் துளைத்து நகைகளை அணிந்த போதிலும், அவர்களுடைய பிள்ளைகளின் காதுகளில் துளைகள் இருப்பதில்லை.

சைனாவில் பெண் குழந்தை பிறந்தவுடனே அவற்றின் கால் களின் பாதங்களில் மரக்கட்டையினால் ஆகிய பாதணிகளைப்

போட்டு, அவர்கள் வளர்ந்தாலும் பாதங்கள் சிறியவையாக இருக்கும்படி செய்கிறார்கள். இருந்தபோதிலும் அவர்களுக்குப் பிறக்கும் குழந்தைகளின் பாதங்கள் இயல்பான வளர்ச்சியைப் பெற்றுள்ளன.

புதிய லாமார்க்கிஸம் (Neo-Lamarckism) : சூழ்நிலையினால் பெற்ற பண்புகள் பாரம்பரியமானவை என்ற லாமார்க்கின் கொள்கை பலராலும் தொடர்ந்து மறுக்கப்பட்டதால், லாமார்க்கின் கொள்கையினை ஆதரித்த அறிஞர்கள் அவருடைய கொள்கையினைச் சிறிது மாற்றி அமைத்துக்கொண்டார்கள். இவ்விதம் மாற்றியமைத்துக்கொண்ட லாமார்க்கின் கொள்கைக்குப் புதிய லாமார்க்கிஸம் என்பது பெயர். இக் கொள்கையின்படி சூழ்நிலையால் பெற்ற வேறுபாடுகள் லாமார்க்கிஸக் கொள்கைக்கும் பான்னியர் (Bonnier) என்பவர் செய்த ஆராய்ச்சியினால் மறுப்புக் கூறப்பட்டது. சமவெளிகளில் (plains) வளர்ந்த தாவரங்களை உயர்ந்த மலைப்பகுதிகளுக்கு எடுத்துச் சென்று வளர்த்தால், அப் புதிய வாழ்விடத்திற்குரிய சூழ்நிலை வேறுபாடுகள் அத் தாவரங்களில் புதிதாக உண்டாகின்றன. இவ்வாறு 18 ஆண்டுகள் உயர்ந்த மலைப்பகுதிகளில் பல சந்ததிகளாக வளர்த்து வந்த தாவரங்களை மீண்டும் சமவெளிக்கு மாற்றி வளர்த்தால், மலைப்பகுதியில் வளர்ந்தபொழுது புதிதாக உண்டாகியிருந்த வேறுபாடுகள் மறைந்து, சமவெளிகளில் காணப்படும் இயல்பான பண்புகள் மீண்டும் தோன்றின. இதிலிருந்து நீண்ட காலம் சூழ்நிலை ஆதிக்கத்தினால் உயிரினங்களின் சில பண்புகள் மாறினாலும், அவற்றின் பாரம்பரியப் பண்புகள் மாறுவதில்லை என்று அறிகிறோம். இப் பரிசோதனையினால் புதிய லாமார்க்கிஸக் கொள்கை வலிமையிழந்து போயிற்று.

ஹயாட் (Hyatt), பாக்கார்டு (Packard), ஸ்பென்ஸர், கோப் (Cope), கேனன் (Cannon), ஆஸ்பார்ன் (Osborn), லைசென்கோ (Lysenko) போன்ற அறிஞர்கள் புதிய லாமார்க்கிஸக் கொள்கையினை ஆதரித்தார்கள்.

மிகச் சமீபகாலத்தில் லாமார்க்கின் கொள்கையினை ஆதரித்தவர் லைசென்கோ என்ற உருஷிய நாட்டு உயிரியலறிஞராகும். சூழ்நிலையினால் பாரம்பரியப் பண்புகளை மாற்றலாம் என்பது இவர் கருத்து. சுமார் 9 மாதங்கள் வளர்ந்து மகசூல் கொடுக்கும் கோதுமைப் பயிர்களை முளைக்கும் காலத்தில் புதிய சூழ்நிலையான மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலையில் ஈடுபடுத்தினால், அவற்றின் உடல வளர்ச்சிக்காலம் குறைந்து, சீக்கிரத்தில் சுமார் 6 மாதங்களில்

மகசூல் கொடுக்கும் என்று கண்டார். இம் முறைக்குத் தட்பப் பதனம் (**vernalization**) என்பது பெயர்.

லிசென்கோ, அவர் கையாண்ட முறைக்கு மிஷுரினிஸம் (**Michurinism**) என்று பெயரிடுகிறார். பல சந்ததிகளிலும் ஒரே மாதிரியாகத் தொடர்ந்து நிலைத்திருக்குமானால், அவற்றினால் பாரம்பரியத் தன்மை பாதிக்கப்பட்டு, அவ் வேறுபாடுகள் பின் வரும் சந்ததிகளில் தோன்றிப் புதிய இனங்களை உண்டாக்க வகை செய்யும். இப் புதிய லாமார்க்கிஸத்திற்குக் கீழ்க்காணும் உதாரணங்கள் கூறப்படுகின்றன :

(அ) கள்ளி (**cactus**), பாச்சான் (**euphorbia tricalli**) போன்ற தாவரங்களின் வறள் நிலத்தன்மைகளுக்குத் தொடர்ந்து நிகழ்ந்த, ஒரேவிதமான சூழ்நிலை ஆதிக்கமே காரணம் என்ற விளக்கம் கூறப்பட்டது.

(ஆ) **கேஸ்ட்ரோஸ்டியஸ்** (**Gastrosteus**) என்ற மீன் வகைகள் கடல்நீரிலும், உவர்ப்பு நீரிலும், நன்னீரிலும் வாழ்கின்றன. கடல் நீரில் வாழும் மீன்களுக்கு 20 முதல் 30 எலும்புத்தட்டுகளும் (**bony plates**), உவர்ப்பு நீரில் வாழ்பவற்றில் 3 முதல் 15-ம், நன்னீரில் வாழ்பவற்றில் ஒன்றுமே இல்லாமலிருக்கும். நன்னீரில் வாழ்பவற்றைக் கடல்நீரில் மாற்றினால் அவை புதிதாக எலும்புத்தட்டுகளும் பெற்று, பின்வரும் சந்ததிகளிலும் அவை காணப்படுகின்றன. இங்குச் சூழ்நிலையினால் பெற்ற பண்பு பாரம்பரியமாவதைக் காணுகிறோம்.

(இ) 'உருளைக்கிழங்கு விட்டில் பூச்சிகளில்' (**potato beetles**) இனப்பெருக்கு உறுப்புகள் வளர்ச்சியடையும்போது, அவற்றை மாறுபாடான ஈரம் (**moisture**) வெப்பநிலையில் ஈடுபடுத்திய பொழுது, அவற்றின் சந்ததிகளில் மாறுபட்ட உருவ அமைப்பும், நிறமும் கொண்ட பூச்சிகள் காணப்பட்டன என்று **டவர்** (**Tower**) என்னும் அறிஞர் கண்டுபிடித்தார்.

(ஈ) X கதிர்கள், புற ஊதாக்கதிர் (**ultra-violet ray**) வீச்சினால் உயிரினங்களின் ஜெம்பிளாசத்தில் மாறுதல்களை விளைவிக்கலாம்.

தொடர்ந்த பல சந்ததிகளிலும் சூழ்நிலை ஆதிக்கம் இருந்தால், வேறுபாடுகள் உண்டாகி, அவை தொடர்ந்து பல சந்ததிகளிலும் காணப்படுகின்றன என்று புதிய இவருடைய கொள்கையின்படி ஒவ்வோர் உயிரினத்தின் வாழ்விற்கும் வளர்ச்சிக்கும் சில காரணிகள் தேவைப்படுகின்றன. உயிரினங்கள் சூழ்நிலைக் காரணி

களுக்கு ஈடு கொடுக்கின்றன. சூழ்நிலைக்காரணிகளை மாற்றிப் பாரம்பரியத் தன்மைகளை மாற்றலாம். உயிரினங்களின் பண்புகளை மனிதனின் தேவைக்குத் தக்கவாறு மாற்றியமைத்துக்கொள்ளலாம் என்று நம்பினர்.

டார்வினின் இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கை: பரிணாமக் கருத்துகளில் எல்லாவற்றிலும் மிகவும் புகழ் வாய்ந்தது, டார்வினின் இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கை ஆகும். பரிணாமம் என்ற சிக்கலான புதிருக்கு டார்வின் ஒருவர்தான் பெரும்பான்மையானவர் ஒப்புக்கொள்ளப்படும் கொள்கை ஒன்றை உருவாக்கினர். இவர் 22 ஆண்டுகள் பல்வேறான உயிரினங்களைப் பரிசோதனை செய்த பின்னரே தமது இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கையினை வெளியிட்டார்.

சார்லஸ் டார்வின் 1809ஆம் ஆண்டில் இங்கிலாந்து நாட்டில் பிறந்தார். 16ஆவது வயதில் இவர் மருத்துவப் பள்ளிக்கு அனுப்பப்பட்டார். இவர் மருத்துவத்தில் தம் கருத்தைச் செலுத்தாதது கண்டு, இவருடைய தகப்பனர் இவரைப் பாதிரியராக்கும் பள்ளியில் சேர்த்தார். அங்கும் இவர் இயற்கை வரலாற்றிலும், உயிரினங்களிலும் தம் கருத்தைச் செலுத்தினர். இவர் அங்குத் தாவர விலங்குகளைப் பற்றிய செய்திகளை அறிந்த நிபுணராக விளங்கினர்.

அறிவியல் ஆய்வுக்கென இங்கிலாந்து நாட்டிலிருந்து பயணம் புறப்பட்ட எச்.எம்.எஸ். பீகிள் (H.M.S. Beagle) என்னும் கப்பலில் இவர் இயற்கையியலறிஞராகக் (Naturalist) சேர்த்துக்கொள்ளப்பட்டார். இக் கப்பல் இங்கிலாந்து நாட்டைவிட்டு, 1831ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் மாதம் 27ஆம் தேதி புறப்பட்டு, பிளைமவுத் சென்று, அங்கிருந்து தென் அமெரிக்காவிற்கருகில் உள்ள காலபாகோஸ் தீவுக் கூட்டங்களுக்குச் (Galapagos Islands) சென்றது. இத் தீவுக் கூட்டங்களில் தொல்லுயிர்ப் படிமங்களையும், பல வகையான தாவரங்களையும், விலங்குகளையும் டார்வின் சேகரம் செய்துகொண்டார்; ஒவ்வொரு தீவிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட வகையான பறவைகள், ஆமைகள், மற்ற விலங்குகள், தாவர வகைகள் இருப்பதைக் கண்டார். 5 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு இங்கிலாந்து நாட்டிற்குத் திரும்பிய டார்வின், தாம் கொண்டு வந்தனவற்றையெல்லாம் கவனமாக வகைப்படுத்தி ஆராய்ந்தார்; 1837ஆம் ஆண்டில் மால்துஸ் (Malthus) என்பவர் எழுதிய 'மக்கள் தொகை' (Population) என்ற கட்டுரையைப் படித்தார்; 1859ஆம் ஆண்டில் தாம் ஆராய்ந்த ஆராய்ச்சிகளின் முடிவுகளை 'இயற்கைத் தேர்வினால் இனங்களின் தோற்றம்' (On the Origin

of Species by means of Natural Selection) என்ற ஆய்வு நூலின் வாயிலாக வெளியிட்டார். டார்வினுடைய கருத்துகளை ஒத்த தொரு கொள்கையினை இதே சமயத்தில் ஆல்ஃபிரெட் ரஸ்ஸெல் வாலஸ் (Alfred Russel Wallace) என்பவர் வெளியிட்டார். டார்வினுடைய இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கையின் சிறப்பான கருத்துகளாவன:

1. மிதமிஞ்சிய இனப்பெருக்கம் (over production)
2. வாழ்க்கைப் போர் (struggle for existence)
3. வேறுபாடுகள் (variations)
4. தக்கன வாழ்தலும் இயற்கைத் தேர்வும் (survival of the fittest and natural selection)

1. **மிதமிஞ்சிய இனப்பெருக்கம்** : உயிரினங்களில் நடைபெறும் இனப்பெருக்கம் அவற்றின்முக்கியமான பண்புகளில் ஒன்று. ஆனால், அவை மிதமிஞ்சிய இனப்பெருக்கத்தினால் தேவைக்கு மிகுதியாகத் தங்களினத்தை விருத்தி செய்துகொள்ளுகின்றன. உதாரணமாக, ஒரு சிப்பி ஒரே சமயத்தில் 6 கோடி முட்டைகளை இடுகின்றது. யானை தன் ஆயுளில் 6 முறைகள்தான் குட்டி போடும். இரண்டு யானைகள் குட்டி போட்டு, 750 ஆண்டுகளுக்குப்பிறகு அவற்றின் சந்ததிகள் 1 கோடியே 90 இலட்சமாகப் பெருகிவிடும். இவ்வாறு உயிரினங்களில் தடையின்றி இனப்பெருக்கம் செய்து கொண்டு உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை தேவைக்குமேல் அதிகரித்துச் செல்லுவதை வாழ்க்கைப் போர் கட்டுப்படுத்துகிறதென்று டார்வினும், வாலஸும் கருதினார்கள்.

2. **வாழ்க்கைப் போர்** : தொடர்ந்த இனப்பெருக்கத்தினால் உயிரினங்களின் எண்ணிக்கைப் பெருக்கு விகிதத்தில் (geometric ratio) அதிகமாகின்றன. ஆனால், அவை உலகத்தில் வாழ்வதற்கு வேண்டிய தேவைப் பொருள்களான ஊட்டப் பொருள்கள், இடம், சூரிய வெளிச்சம், காற்றில் கலந்திருக்கும் வாயுக்கள் முதலியன இயல் கணித விகிதத்தில் (algebroic ratio) அதிகமாகின்றன என்று **மால்தூஸ்** கூறுகிறார். இதனால் உயிரினங்கள் இத் தேவைப் பொருள்களுக்காகப் போரிடுகின்றன.

இவ்வகையான வாழ்க்கைப் போர், ஒத்த உயிரினங்களிடையே (intra specific struggle) ஒரே மாதிரியான தேவைப் பொருள்களுக்காக நிகழலாம்; அல்லது மாறுபட்ட இனங்களிடையே (inter-specific struggle) நிகழலாம். தேவைப் பொருள்களுக்காக உயிரினங்களுக்கிடையே நிகழும் போட்டியே வாழ்க்கைப் போர்

எனப்படும். வாழ்க்கைப் போரின் காரணமாகப் பெரும்பாலான உயிரினங்கள் முதிர்ச்சியடையும் முன்னரே அழிக்கப்பட்டு விடும். எஞ்சிய சிறிய எண்ணிக்கையிலான உயிரினங்கள் வாழ்ந்து இனப் பெருக்கம் செய்விக்கும். இவ் வகையான வாழ்க்கைப் போர் உயிரினங்களின் மிதமிஞ்சிய இனப் பெருக்கத்தினைத் தடுக்கிறது. எனவே, ஒரு குறிப்பிட்ட வாழ்விடத்தில் உள்ள உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை, மிகவும் அதிகமாகாமல் ஓர் எல்லைக்குள் இருக்கிறது. இப்படியாக வாழ்க்கைப் போர் இயற்கைச் சமநிலையைப் (balance of nature) பாதுகாக்க உதவுகிறது.

3. **வேறுபாடுகள்** : உயிரினங்களில் பலவிதமான வேறுபாடுகள் உள்ளன. இவ் வேறுபாடுகளில் நடுநிலையான (neutral), தீங்கிழைக்கும் (harmful), பயன்படும் (useful) என்ற மூன்று வகைகள் உள்ளன. நடுநிலையான வேறுபாடுகளினால் அவற்றைப் பெற்றுள்ள உயிரினங்களுக்கு நன்மையும் விளைவதில்லை ; தீமையும் விளைவதில்லை. இரு இனங்களுக்கிடையேயுள்ள இலைகளின் உருவம், தண்டுக் கிளைத்தல் (mode of branching), கனிகளின் உருவம் ஆகியவை நடுநிலையான வேறுபாடுகளைச் சேர்ந்தவையாகும்.

தீங்கிழைக்கும் வேறுபாடுகள் உயிரினங்களின் வாழ்க்கைப் போருக்கு முட்டுக்கட்டையாக உள்ளன. வாழ்க்கைப் போருக்குத் தீங்கிழைக்கும் வேறுபாடுகள் மிகச் சிறியவையாக இருந்தாலும் பெரிய தீமை ஏற்பட்டு, இதன் விளைவாக உயிரினமே அழிந்து விடுகிறது. உதாரணமாக, குறைந்த பச்சயத்தோடு கூடிய இலைகள் உள்ள தாவரங்கள் தம்மிடையேயுள்ள குறைந்த ஆற்றலினால் குறைந்த அளவு உணவு தயாரிக்கின்றன. இதனால் காலப் போக்கில் தாவரங்கள் அழிந்து விடுகின்றன.

பயன்படும் வேறுபாடுகள் உயிரினங்களின் வாழ்க்கைக்கு உதவுகின்றன. வறள் நிலத்தாவரங்களில் (xerophytes) நீர் வீணாகாமல் தடுக்க அமைந்த தகஅமைவுகளும் (adaptations) மூடு பனித் (mist) தடுப்பாற்றலுக்குரிய தகஅமைவுகளும் மகரந்தச் சேர்க்கை, கனிவிதை பரவுதலுக்குரிய (dispersal of fruits and seeds) ஏற்பாடுகளும் நன்மை பயப்பன.

வாழ்க்கைப் போரினால் ஏற்படும் போட்டியில் நன்மை பயக்கும் வேறுபாடுகளுடைய தாவரங்கள் எஞ்சிப் பிழைத்து ஏனைய தாவரங்களைவிடச் சிறந்த நிலையில் உள்ளன. இத்தகைய பயன்படும் வேறுபாடுகள் அடுத்த சந்ததிகளிலும் காணப்படு

கின்றன. இவ் வகையான பயன்தரும் வேறுபாடுகள் சந்ததிகள் தோறும் குவிந்து காலப்போக்கில் புதிய இனமாக ஆகின்றன.

விலங்குகளின் வேகம், உணர்திறன் (sensitiveness), பார்க்கும் கேட்கும் ஆற்றல் முதலியன நன்மை பயக்கும் வேறுபாடுகள். இவ்வித வேறுபாடுகளையுடைய விலங்கினங்கள் வாழ்க்கைப் போரில் வென்று அவற்றின் இனங்கள் பாதுகாக்கப்படுகின்றன.

4. **தக்கன வாழ்தலும் இயற்கைத் தேர்வும்:** பயன்தரும் வேறுபாடுகளுடைய உயிரினங்கள் உயிர் வாழ்கின்றன. இவ்வாறு வாழ்க்கைப்போர் 'தக்கனவாழ்தலுக்கு (survival of the fittest) வழிகாட்டி, குறைந்த தகுதியுடைய அல்லது தகுதியற்ற உயிரினங்களின் அழிவிற்குக் காரணமாகின்றன. உதாரணமாகக் கடுங் குளிரின் காரணமாக, அதிக உரோம வளர்ச்சியுடைய ஆடுகள் தப்பிப் பிழைக்கின்றன; இத்தகைய பயன் தரும் வேறுபாடு அமைந்திராத ஆடுகள் அழிந்து விடுகின்றன.

பயன்படக்கூடிய வேறுபாடுகளைப் பெற்ற உயிரினங்களே வளர்ந்து முதிர்ச்சியடைகின்றன. இவ் வேறுபாடுகள் பின்வரும் சந்ததிகளிலும் காணப்படுகின்றன. இப் புதிய வேறுபாடுகளைப் பெற்ற உயிரினங்களிடையே மீண்டும் வாழ்க்கைப் போர் ஏற்பட்டு, அதன் விளைவாகச் சில பயன்தரும் வேறுபாடுகள் உண்டாகின்றன. இவ் வகையாக, வாழ்க்கைப் போருக்குப் பயன்படும் வேறுபாடுகளைத் தொடர்ந்து பல சந்ததிகளிலும் பாரம்பரியமாகப் பெறும் உயிரினங்கள் வாழ்கின்றன. பயன்படாத வேறுபாடுகளையுடைய உயிரினங்கள் அழிந்துவிடும். தக்கன வாழ்தல் என்பது ஓசையின்றிக் காண முடியாத அளவிற்கு இயற்கை செய்யும் தேர்வு ஆகும்.

உயிரினங்களில் தொடர்பற்ற வேறுபாடுகளைவிட (discontinuous variations) சிறிய சிற்றலைவு வேறுபாடுகளே (small fluctuating variations) பரிணாமம் நிகழ்வதற்கு அடிப்படையானது என்று டார்வின் கருதினார். இத்தகைய சிற்றலைவு வேறுபாடுகள் பல சந்ததிகளிலும் கைவரப் பெற்றுக் குவிந்து, உயிரினத்தில் முக்கியமான வேறுபாடு ஏற்பட்டு, அதனால் புதிய உயிரினமாகிறது.

டார்வினுடைய இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கைக்குக் கூறப்பட்ட மறுப்புகள் (Objections to the Theory of Natural Selection): டார்வினுடைய இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கையைப் பொதுவாகப் பல அறிஞர்களும் ஏற்றுக்கொண்ட போதிலும், அவருடைய கொள்கைக்குப் பல மறுப்புகள் கூறப்பட்டன. டார்வினுடைய

இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கையினை ஆதரித்தவர்கள் அம் மறுப்பு களுக்கு அவ்வப்போது விடையளித்து வந்தார்கள்.

(அ) உயிரினங்களில் காணப்படும் சிற்றளவு வேறுபாடுகளுக்கு உயிரினங்களைக் காக்கும் ஆற்றல் இருந்திருக்க முடியாது.

(ஆ) டார்வினுடைய இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கைப்படி, தாயினத்தில் ஏற்படும் சிற்றளவு வேறுபாடுகளை ஏற்றுப் புதிய இனம் உண்டாகும். இஃது உண்மையானால், இத்தகைய இனங் களுக்கிடையே தோன்றிய இடைநிலையான பல உறுப்புகள் (intermediaries) இயற்கையில் இருக்க வேண்டும். இம் மாதிரி யான உறுப்புகளைப் பெற்ற உயிரினங்கள் காணப்படுவதில்லை.

(இ) இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கையினால் உயிரினங்களி டையே காணப்படும் எலும்பு, தசை நார்கள் (muscles) போன்ற சிக்கலான உறுப்புகள் தோன்றுவதை விளக்க முடியாது.

(உ) ஓர் உயிரினத்தின் பகுதி, முழு உயிரினத்தையும் தருகிறது. இத்தகைய மீண்டும் உண்டாகும் ஆற்றலை (power of regeneration) இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கையினால் விளக்க முடி யாது.

(ஊ) உயிரினங்களில் காணப்படும் பயன்படாத உறுப்பு களையும், எச்ச உறுப்புகளையும் இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கை யினால் விளக்க இயலாது.

(எ) இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கையினால் நடுநிலையான பூக்களையும் (neutral flowers), கலப்புயிரிகளின் வளமிலாத்தன்மை யினையும் விளக்க முடியாது.

(ஏ) இயற்கைத் தேர்வு என்பது படைக்கும், புதிதாக உண்டாக்கும் ஆற்றல் (creative force) அல்ல. இது உயிரினங்கள் பிழைத்தலை விளக்குகிறதேயொழிய, தக்கன வாழ்தலை விளக்குவ தில்லை.

பால் தேர்வுக் கொள்கை (Theory of Sexual Selection):

(அ) உயிரினங்களில் இரண்டாம் நிலை பால் பண்புகள் (secondary sexual characteristics) தோன்றுகின்றன.

(ஆ) பல உயிரினங்களில் ஆண்களின் எண்ணிக்கை பெண் இனங்களின் எண்ணிக்கையைவிட அதிகமாக உள்ளது.

(இ) பெண் இனங்கள் அழகிய உருவத்தையும் நிறத்தையும் பெற்ற ஆணினங்களையே தங்களுக்குத் துணைகளாகக் கொள்ளு

கின்றன. இதனால் ஆண்மானுக்கு நீண்ட வலிமையான கொம்புகளும், ஆண்மயிலுக்கு அழகிய நீண்ட தோகையும் சிறப்பு அமைப்புகளாகக் காணப்படுகின்றன. ஆணினத்திற்கு மட்டும் இயற்கைத் தேர்வு தனியாக நடந்திருக்க முடியாது என்பது டார்வினுடைய கொள்கைக்குக் கூறப்பட்ட மறுப்பாகும்.

இவ் வகையான மறுப்பினை டார்வின் ஏற்று, அதை விளக்கப் 'பால் தேர்வுக் கொள்கை'யினை (Sexual Selection) வெளியிட்டார். இதன்படி உயிரினங்களில் பெண்ணினத்தை ஆணினம் காக்கிறது. பெண்கள் அழகும் வலிமையும் பொருந்திய ஆணினங்களைத் தங்களுக்குத் துணைகளாகக் கொள்ளுகின்றன. இவற்றின் காரணமாகச் சில சிறப்பு அமைப்புகள் ஆணினத்தில் மட்டும் தோன்றின என்று டார்வின் விளக்குகிறார்.

டார்வினுடைய கொள்கையினால் ஏற்பட்ட விளைவுகள் (The Effects of Darwin's Theory) : டார்வின் எழுதிய 'இயற்கைத் தேர்வினால் இனத் தோற்றம்' என்ற நூல் பலராலும் விரும்பிப் படிக்கப்பட்டது. அதில் அமைந்த கருத்துகளைப் பல அறிவியலறிஞர்கள் விவாதித்தார்கள். அறிவியல் உலகில் ஒரு புத்துணர்ச்சியினையும் பரபரப்பையும் டார்வினுடைய கொள்கை ஏற்படுத்தியது.

பொதுவாக, தேவாலயங்களிலிருந்து டார்வின் கொள்கைக்குப் பலத்த எதிர்ப்புக் கிளம்பிற்று. பிஷப் வில்பெர்ஃபோர்ஸ் (Bishop Wilberforce) என்பவர் குறிப்பாக டார்வின் கொள்கையினை எதிர்த்தார்.

அறிவியலறிஞர்களில் ரிச்சர்ட் ஓவென் (Richard Owen) என்பவரும், லூயி அகாஸிஸ் (Louis Agassiz) என்பவரும் டார்வினுடைய கொள்கையின் முடிவுகளை ஏற்றுக்கொள்ளவில்லை. புகழ்பெற்ற ஜெர்மன் நாட்டில் வாழ்ந்த கருவியல் அறிஞரான வான்பேயர் பரிணாமம் நிகழ்ந்தது என்பதை ஒத்துக்கொண்டார் ; ஆனால் டார்வினின் இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கையை ஒப்புக்கொள்ளவில்லை.

டார்வினுடைய கொள்கைக்கு மிகச் சிறந்த முறையில் ஆதரவளித்தவர் தாமஸ் ஹென்றி ஹக்ஸ்லி (Thomas Henry Huxley) ஆவர். இவர் தமது கட்டுரைகள், விரிவுரைகள், விவாதங்களின் மூலம் டார்வினுடைய கொள்கைகளை மக்கள் உணரும்படியாகச் செய்தார். இவருக்கும் பிஷப் வில்பெர்ஃபோர்ஸுக்கும் டார்வினுடைய பரிணாமக் கொள்கையினால் பலத்த விவாதம் நிகழ்ந்து,

இறுதியில் ஹக்ஸ்லி வென்றார். இதனால் தோவலயங்களின் எதிர்ப்புக் குறைந்தது. டார்வின் கொள்கைகள் சிறப்புப் பெற்றன.

இதே மாதிரியானதொரு விவாதம் ஹார்வர்டில் (Harward) ஆசாகிரேயிற்கும் (Asa Gray) லூயி அகாஸ்ஸிற்கும் ஏற்பட்டது.

டார்வினின் கொள்கை அறிவியலறிஞர்களிற்சிறந்தவர்கள் என்று கருதப்படும் லேயெல் (Lyell), ஹக்ஸ்லி, ஹூக்கர் போன்ற இங்கிலாந்து நாட்டு அறிவியலறிஞர்களினாலும், அமெரிக்க நாட்டின் ஆசாகிரேயினாலும், ஹேக்கல் (Haekel), கெகென்பாயெர் (Gegenbauer) என்ற ஜெர்மன் நாட்டு அறிவியல் அறிஞர்களாலும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டன.

உயிரியலறிஞர்களிடையே டார்வின் கொள்கை புதிய விழிப்புணர்ச்சியை ஏற்படுத்தியது. வகைபாட்டியலறிஞர்களுக்கு இது தூண்டுதலாக அமைந்தது. ஏனெனில், உயிரினங்களுக்கிடையேயுள்ள உறவு முறையினைச் சரியாக அறிந்தால்தான் வகைபாடு செய்ய முடியும். மற்ற அறிவியல் துறைகளான ஒப்புமைக் கருவியலும், ஒப்புமை உள்ளமைப்பியலும், தொல்லுயிரியியலும் (paleontology) வளர்ந்தன.

டார்வினுடைய இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கையில் வேறுபாடுகளைப்பற்றிச் சரியாக அறிய முடியவில்லை. அவை எவ்வாறு சந்ததிகளில் காணப்படுகின்றன என்பதையும் சரிவர விளக்கப்படவில்லை. இதை மெண்டெல் போன்ற அறிஞர்கள் விளக்கியுள்ளார்கள்.

ஹுகோ டி விரிஸ் (Hugo De Vreis, 1848-1935): இவர் ஹாலந்து நாட்டில் வாழ்ந்த தாவரவியலறிஞர். இவர் 1900ஆம் ஆண்டில் மெண்டெலின் கொள்கைகளை மக்களிடையே பரப்பிய மூன்று அறிஞர்களில் ஒருவர். இவர் ஆம்ஸ்டெர்டாமில் (Amsterdam) உள்ள தாவரவியல் பூங்காவின் இயக்குநராக இருந்தார்.

டி விரிஸ் தமது சடுதிமாற்றக் கொள்கைக்கு ஓனோதீரா லாமார்க்கியானா (oenothera lamarckiana) என்ற செடியினை ஆதாரமாகக் கொண்டார். இச் செடியின் தாயகம் அமெரிக்கா. அங்கிருந்து மலர் விரும்பிச் சேகரிப்போரால் (flower fanciers) இங்கிலாந்து நாட்டிற்குக் கொண்டுவரப்பட்டது; இங்கிலாந்திலிருந்து ஹாலந்து முதலிய ஐரோப்பிய நாடுகளுக்கும் பரவிற்று.

இச் செடி 5 முதல் 6 அடி உயரம் வளரக்கூடிய ஈராண்டுத் தாவரம் (biennial). இதில் அழகான மஞ்சள் நிறப்பூக்கள் காணப்படும். இவை மாலையில் மலரும். எனவே, இவற்றிற்கு

மாலையில் மலரும் பிரிம்ரோஸ்கள் (evening primroses) என்ற பெயருண்டு. பூக்கள் தேனீக்களாலும், மாத் (moth) பூச்சிகளாலும் மகரந்தச் சேர்க்கையுறுகின்றன.

டி. விரிஸ் ஒருநாள் மாலையில் உலாவச் செல்லும்போது, ஹில்வெர்சம் (Hilversum) என்னுமிடத்தில் ஓர் உருளைக்கிழங்குத் தோட்டத்தில் இயற்கையாக முளைத்த ஒனோதிராச் செடிகளைக் கண்டார்; இச் செடிகளை ஆராய்ந்தபொழுது, முன்பு இருந்த ஒனோதீரா லாமார்க்கியானச் செடியுடன் ஒனோதிரா பிரிவிஸ் டைலிஸ் (oenothera brevistylis), ஒனோதிரா லீவிஃபோலியா (oenothera laevifolia) என்ற இரண்டு புதிய செடிகள் இருப்பதையும் கண்டார்; இம் மூன்று செடிகளையும் தம் வீட்டுத் தோட்டத்தில் வைத்துப் பயிராக்கினார். இவர் 54343 செடிகளை வளர்த்ததில் அவற்றுள் 837 செடிகள் இயற்கைவாழ் பெற்றோர் இனங்களிலிருந்து மாறுபட்டிருப்பதைக் கண்டார்; மாறுபட்டான இனங்கள் அவற்றின் சந்ததிகளிலும் மாறுபட்ட பண்புகளைக் கொண்டிருப்பதைக் கண்டார்; உயிரினங்களில் திடீரென்று ஏற்படும் வேறுபாடுகளுக்கு முடேஷன் (mutation), சடுதிமாற்றம் என்று பெயரிட்டார். இத்தகைய சடுதிமாற்றங்களை டார்வின் 'ஸ்போர்ட்ஸ்' (sports) என்று கூறுகிறார். ஆனால், அவை பரிணாமத்திற்கு ஆதாரமானவை என்று அவர் கருதவில்லை

டி. விரிஸ் தாம் கண்ட சடுதிமாற்றம் பெற்ற செடிகளை 4 வகைகளாகப் பிரித்தார்:

(அ) **முன்னேற்றமான இனங்களில்** (Progressive Species) பெற்றோர்த்தாவரங்களில் காணப்படாத புதிய பண்புகள் காணப்படும். (உ.ம்.) ஓ. ஜைகாஸ் (o. gigas). இது பெற்றோர்ச் செடிகளைவிட மிகவும் உயரமானது; தடிப்பானது; பெரிய பூக்களையும், இலைகளையும் பெற்றுள்ளது. (உ. ம்.) ஓ. ருபினெர்விஸ் (O rubinervis). இது பெற்றோர்ச் செடியில் உள்ள தண்டு இலைகளைவிடச் சிவப்பு நிறம் அதிகம் பெற்றுக் காணப்படுகின்றது

(ஆ) **பின்னோக்கிய இனங்களாகிய** (Retrogressive Species) சடுதிமாற்றம் பெற்ற இனங்கள் பெற்றோர்ச் செடிகளில் உள்ள பண்புகளை இழந்து காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக, ஓ. நானெல்லாச் (O. Nanella) செடி பெற்றோர்ச் செடிகளை விடக் குட்டையாகக் காணப்படுகிறது. ஓ. பிரிவிஸ்டைலிஸ் (o. brevistylis) குட்டையான சூலகத்தண்டு உள்ளது.

(இ) **நலிவுறும் இனங்கள்** (Degressive Species) சடுதிமாற்றம் பெற்ற இச் செடிகளில் முக்கியமான பண்புகளில் ஒன்றிரண்டை

இழந்து விடுகின்றன. இதனால் இச் செடிகள் உயிர் வாழ்வதற்கேற்ற வாய்ப்பு குறைக்கப்பட்டு விடுகிறது. உதாரணமாக, ஓ. ஆல்பிடா (o. albida) என்னும் சடுதிமாற்றம் பெற்ற செடியில் பச்சயச் செயற்கருவி (chlorophyll apparatus) குறையுடையது. எனவே, இயற்கைவாழ் சூழலில் (wild condition) நீண்ட நாள்கள் வாழ்வதில்லை.

(ஈ) நிலையற்ற இனங்களில் (inconstant species) சடுதிமாற்றம் பெற்ற இச் செடிகள் பெற்றோர்ச் செடிகளைப் போலவே இருந்து, அவ்வப்போது மற்ற சடுதிமாற்றச் செடிகளை உண்டாக்கிக்கொண்டிருக்கின்றன. (உ-ம்.) ஒனோதீரா லாமார்க்கியானா, ஓ. லடா (o. lata).

டி விரிஸின் சடுதிமாற்றக் கொள்கை: புதிய சிற்றினங்களும் (races), இனங்களும் படிப்படியான டார்வின் கூறிய சிற்றலைவு வேறுபாடுகளினால் உண்டாகாமல், திடீரென்று தொடர்பற்ற வேறுபாடுகளினால் உண்டாகின்றன.

சிற்றலைவு வேறுபாடுகள் உயிரினங்களின் ஊட்டமுறையைப் பொறுத்தது. எனவே, அவை உயிரினங்களில் நிலைத்த மாறுதல்களை உண்டுபண்ணுவதில்லை. இவ் வேறுபாடுகளில் தேர்வு நிகழ்ந்தால்தான் இனத்தின் இயல்பான நிலையை மாற்ற முடியும். சிற்றலைவு வேறுபாடுகள் அவற்றிற்குக் காரணமான பொருள்கள் இருக்கும் வரையில்தான் இருக்கும்; தேர்வு நிகழ்வது நின்று விட்டால் அவ்வினம் மீண்டும் பழைய நிலைக்கே வந்துவிடும்.

உயிரினங்களில் நிலையான மாறுதல்களைச் சிற்றலைவு வேறுபாடுகள் உண்டாக்குவதில்லை. ஆனால், இத்தகைய மாறுதல்களைச் சடுதிமாற்றம் என்ற தொடர்பற்ற மாறுதல் ஏற்படுத்துகிறது. சடுதிமாற்றம் என்பது திடீரென்று தோன்றும். அவை உயிரினங்களில் எப் பகுதியில், எத்தகைய அமைப்பில் நடைபெறும் என்பதை முன்னதாக ஊகித்தறிந்துகொள்ள முடியாது. சடுதிமாற்றம் சூழ்நிலையினாலோ, கலவியினாலோ ஏற்பட்டதல்ல.

சிற்றலைவு வேறுபாடுகள் சூழ்நிலையினால் ஏற்பட்டவை. இவை உடலத்தைப் பாதித்துப் பின் ஜெம்பிளாசம் என்ற இனப்பெருக்க உறுப்புகளைப் பாதிக்கின்றன.

சடுதிமாற்ற வேறுபாடுகளிற்பெரும்பாலானவை பயன்படாததனால் அழிந்து விடுகின்றன. பயன் தரும் சடுதி மாற்றங்கள் நிலைத்து விடுகின்றன. எனவே, சூழ்நிலை சடுதிமாற்றங்களை

உண்டாக்குவதில்லை; ஆனால் சூழ்நிலை உயிரினங்களில் எத்தகைய சடுதிமாற்றங்கள் நிலைத்திருக்க வேண்டும் என்பதைத் தீர்மானம் செய்கின்றன. டி விரிஸின் கருத்துப்படி சிறியவற்றை விடப் பெரிய தனித்த சடுதிமாற்றங்களே பரிணாமத்திற்கு ஆதாரமாயுள்ளன.

உயிரினங்களில் தொடர்பற்ற வேறுபாடுகள் சடுதிமாற்றத்தினால் உண்டாகின்றன. இவற்றில் சூழ்நிலைக்குத்தக்க உயிரினத்திற்குப் பயன்படும் வேறுபாடுகளை இயற்கை தேர்ந்தெடுக்கிறது. இவ் வேறுபாடுகளைப் பெற்ற உயிரினங்கள் பாரம்பரியமாக வந்து புதிய இனங்களாகின்றன.

பாரம்பரியமும் சடுதிமாற்றமும் (Heredity and Mutation): உயிரினங்களில் ஏற்படும் சடுதிமாற்றத்தினால் அவற்றில் உள்ள ஜீன்களில் அடிப்படையான மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. சடுதிமாற்றத்தினால் எந்தவிதமான ஜீன் இழப்பும் (loss of genes) ஏற்படுவதில்லை. ஆனால், அதன் அமைப்பிலேதான் மாறுதல் ஏற்படுகிறது. பெரும்பாலான சடுதிமாற்றங்கள் அடங்கு தன்மை (recessive) பெற்றவை.

மாறுபட்ட ஜீன்களில் சடுதிமாற்றங்களின் போக்கும், விகிதமும் மாறுபடும். பெரும் விளைவினையுடைய சடுதிமாற்றங்கள் இயல்பான வேலையையும் வளர்ச்சியினையும் பாதிக்கின்றன. எனவே, குறைந்த மாறுதல்களை விளைவிக்கும் சடுதிமாற்றங்களே பரிணாமத்திற்கு முக்கியமானவையாகும். இவற்றிற்கு நுண் சடுதிமாற்றங்கள் (micro-mutations) என்பது பெயர். இவற்றின் விளைவு உயிரினங்களில் வெளியே தெரிவதில்லை. இத்தகைய நுண் சடுதிமாற்றங்கள் உயிரினங்களுக்கு நன்மை பயப்பதாக இருந்தால் பரிணாமத்திற்கு உகந்ததாக இருக்கும்.

சடுதிமாற்றத்தினால் உண்டான வேறுபாடுகள் இலக்கு அற்றவையாயும் (non-directional), பலனற்றவையாயும் (non-purposive) உள்ளன. சடுதிமாற்றம் உயிரினத்தில் ஏற்பட்டு, அஃது உயிரினத்திற்குப் பயன் தருமாறு இருந்தால், அது குவிந்து, பாரம்பரியமாகப் பெற்றுப் புதிய உயிரினமாகிறது. சடுதிமாற்றம் பெற்ற ஜீன் உயிரினத்தின் (ஜீனோடைப்புடன்-Genotype) மரபியல் பண்புகளுடன் ஒத்துச் செயலாற்றுதலால் பரிணாமத்தில் நிலைத்து விடுகிறது.

சடுதிமாற்றம் என்பது ஜீன்களில் உண்டாகும் மாற்றங்கள் என்று ஸ்டெப்பின்ஸ் (Stebbins), மேய்ர் (Meyr) போன்ற அறிஞர்கள் கருதுகிறார்கள். ஜீன் என்பது DNA மூலக்கூறுகளின் தொகுதி

என்று இப்பொழுது தெரிய வருகிறது. இத்தகைய சிறப்பு வாய்ந்த DNA மூலக்கூற்றில் (DNA molecule) சிறிதளவு மாறுதல் ஏற்பட்டுச் சடுதிமாற்றம் நிகழ்கிறது. இம் மாறுதல் அடைந்த DNA மூலக்கூறு, அதற்கேற்ற வகையில் புதிய நொதிகளை உண்டாக்கிப் புதிய அமினோ அமிலங்களையும் புரதங்களையும் உண்டாக்குகின்றன. இதனால் மாற்றம் பெற்ற DNA-யைக் கொண்ட செல்களும் உயிர்களும் மாற்றம் பெற்றுக் காணப் படுகின்றன. மாற்றம் பெற்ற DNA தன்னையொத்த மற்றொரு DNA-யினை உண்டாக்கிக்கொண்டு, பின்வரும் சந்ததிகளிலும் மாற்றம் பெற்று விளங்குகிறது.

(3) பரிணாமக் கருத்தின் தற்கால நிலை

இன்று நிலவும் பரிணாமக் கருத்துத் தனிப்பட்ட எந்த ஓர் அறிவியலறிஞராலும் உருவாக்கப்பட்டதல்ல. இக் கருத்தினை உருவாக்குவதற்கு மற்ற அறிவியல் துறைகளான செல்லியல் (Cytology), மரபியல் (Genetics), வளர்ச்சிச் செயலியல் (Developmental Physiology), தொல்லுயிரியல், வேதியியல் (Chemistry), கணக்கியல் பகுப்பு (Mathematical Analysis) முதலியவை பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றின் உதவியைக்கொண்டு உருவாக்கப் பட்டதே 'பரிணாமம் என்ற நவீனச் சேர்க்கை' (Evolution, the Modern Synthesis) என்று பேரறிஞர் ஜூலியன் ஹக்ஸ்லி (Julian Huxley) கூறுகிறார். இக் கருத்தினை உருவாக்கப் பல அறிஞர்கள் செய்த ஆய்வுகளும், ஆய்வு நூல்களும் பயன்பட்டன. இக் கருத்தினை உருவாக்குவதில் பின்வரும் அறிஞர்கள் பெரும்பங்கு வகித்தார்கள்: ஜே. பி. எஸ். ஹால்டேன் (J. B. S. Haldane), ஜூலியன் ஹக்ஸ்லி, ஜி. ஸி. ஸிம்ப்சன் (G.C.Simpson), எர்னெஸ்ட் மேய்ர் (Ernest Meyr), டி. டாப்ஸான்ஸ்கி (D. Dobzansky), ஸ்டெப்பின்ஸ், முல்லர் (Muller), டி.எச். மார்கன் (T. H. Morgan), ஃபிஷர் (Fisher), ஷெப்வெரிகோவ் (Tchetverikov), எஸ். ரைட் (S. Wright), டி.எஸ். ஃபால்கனர் (D. S. Falconer), டெமெரெக் (Demerec), ஸ்வான்சன் (Swanson), வால்ட் (Wald), ஷெப்பார்டு (Sheppard).

மேற்கூறிய அறிஞர்கள் உருவாக்கிய கொள்கையாவது: 'டார்வின் இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கையின் தத்துவங்களோடு இன்றைய செல்லியல் மரபியல் கருத்துகளும் இணைந்தது. எனவே, இஃது 'இயற்கைத் தேர்வின் மரபியல் கொள்கை' (Genetical Theory of Natural Selection) அல்லது நியோ-டார்வினிஸம் (Neo-Darwinism) என்று கூறப்படுகிறது. உயிரினங்களில் சடுதிமாற்றத்தினால் வேறுபாடுகள் ஏற்பட்டு, அவற்றில் பயன் தரத்தக்கனவற்றை

இயற்கைத் தேர்ந்தெடுத்து, அது குவிந்து, பாரம்பரியமாக்கப் பெற்றுப் புதிய இனமாகிறதென்பதுதான் புதிய டார்வினிஸத்தின் கொள்கை ஆகும்.'

ஜீன் கூட்டக்கொள்கை (Gene Pool Theory): முன்பு தனிப்பட்ட ஜீன்களையும், அதன் அமைப்பு மாறுதல்கள் முதலியவற்றையும் அறிஞர்கள் ஆராய்ந்தார்கள். இன்றைய அறிஞர்கள் தனிப்பட்ட ஜீன்களை ஆராயாமல், ஜீன் கூட்டங்கள் அல்லது ஜீன்தொகுதி களைப்பற்றி ஆராய்ச்சி செய்கின்றார்கள். பரிணாமம் நிகழ்வதற்குத் தனிப்பட்டதொரு ஜீனை விட, ஜீன்கள் பல ஒன்றாகச் சேர்ந்த ஜீன் தொகுதிகள் அல்லது ஜீன் கூட்டங்களே ஆதாரமானவையாகும்.

'மாறுபாடுகளுடன் மரபாதல் பரிணாமம்' **(descent with modification is evolution)** என்று **டார்வின்** பரிணாமத்திற்கு விளக்கம் தருகிறார். இக் கருத்தின்படி மாறுதல் அடைவது எது? இனம் என்பதுதான் மாறுதல் அடைகிறது. இனம் என்பதில் பல உயிரினங்கள் அடங்கியுள்ளன. ஆகவே, பரிணாமம் என்பது உயிரினக்கூட்டத்தில் ஜீன்களின் நிகழ்விரைவில் **(gene frequency)** உண்டாகும் மாறுதல்களாகும். முன்பே அமைந்திருந்த ஜீன் களில் மாறுதல்கள் எவ்விதம் நிகழும்? சடுதிமாற்றத்தினால் மாறுதல்கள் உயிரினங்களில் ஏற்பட்டால் அவ்வாறு மாற்றம் பெற்ற ஜீன்கள் உயிரினக் கூட்டத்தில் எவ்வாறு சேர்க்கப்படு கின்றன? உயிரினக் கூட்டத்தின் **(population)** மரபியலை அறிந்து கொள்ள உயிரினக் கூட்டத்தைப் பல உயிரினங்கள் சேர்ந்த தொகுதியாகக் கருதாமல், பல ஜீன்கள் அமைந்த ஜீன் கூட்டங்க ளாகவும், அவற்றிலிருந்து பரம்பரைப் பண்புகளைத் தனி உயிரி னங்கள் எடுத்து, அடுத்த சந்ததிக்கும் கொடுக்கின்றன என்று கருதப்படுகிறது. இதற்கு **ஜீன் கூட்டக்கொள்கை** என்று பெயர்.

ஹார்டி-வீய்ன்பெர்க் சமன்பாடு (Hardy-Weinberg Equilibrium): உயிரினக்கூட்டத்தில் தேர்வு, சடுதிமாற்றம் ஆகிய பரிணாம ஆற்றல்கள் **(evolutionary forces)** நிகழாமலிருந்தால், தராதர ஜீன்களின் நிகழ்விரைவு சந்ததிகள்தோறும் மாறாமல், ஒரே நிலையில் இருக்கும் என்பதற்கு **ஹார்டி-வீய்ன்பெர்க் சமன்பாடு** என்று பெயர். எனவே, பரிணாமம் என்பது இச் சமன்பாட்டில் **ஏற்பட்ட** மாறுதல் ஆகும். இச் சமன்பாட்டினைச் சடுதிமாற்றம், **இயற்கைத்** தேர்வு, நகர்வு **(migration)**. யதேச்சையான மரபியல் **மாறுதல்** போக்கு **(random genetic drift)** முதலியவை மாற்றும் **காரணி** களாக உள்ளன.

இயற்கைத் தேர்வு : இயற்கைத் தேர்வு என்ற செயல் முறையின்மூலம் தகஅமைவு ஏற்படுகிறது. சிறப்பான தகஅமைவு உடைய உயிரினங்களை அவையற்ற உயிரினங்கள் விட்டுச் செல்லுகின்றன. 'வாழ்க்கைப்போர்', 'தக்கன வாழ்தல்' முதலியவற்றிற்கு இயற்கைத் தேர்வுக் கருத்துப் பல சமயங்களில் முக்கியமானதாக இருந்தாலும், அது முழுமை பெறுததாகவே உள்ளது. ஏனெனில், கூட்டுறவு நடவடிக்கை (co-operative behaviour) அல்லது பொதுநலப் பண்புகளும் (altruism) இயற்கைத்தேர்வினுல் உண்டாகலாம். தேர்வு என்பது, இயற்கைவாழ் உயிரினங்களிலும், வளர்த்து வரும் உயிரினங்களிலும் (domesticated) நடைபெறுகிறது.

டிரோசோஃபைலாப் பூச்சியில் வெப்பநிலை அதிர்வுகளினுல் (temperature shocks) செயற்கை முறையில் குறுக்கு நரம்புகளற்ற (cross - veinless) பண்பினை வாடிங்டன் (Waddington) என்பவர் உண்டாக்கினுர். இப் பண்பு பின்வரும் சந்ததிகளிலும் காணப்பட்டது. சூழ்நிலையினுல் பெற்ற பண்பு பாரம்பரியமாகக் காணப்படுகிறது என்று இதற்கு லாமார்க்கின் கொள்கையின் அடிப்படையில் விளக்கம் தரலாம். இதைவிடச் சரியானது என்னவெனில், மாற்றுப் பண்புடைய உயிரினக் கூட்டத்தில் தேர்வினுல் குறுக்கு நரம்பற்றவை தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன என்பதே சரியான விளக்கமாகும்.

தேர்வு என்பது மாற்றுப்பண்புடைய (heterozygous) உயிரினக் கூட்டத்தில்தான் நடைபெறுகிறது. சூழ்நிலை வேறுபாட்டில் தேர்வு நிகழ்வதில்லை. அடங்கு தன்மை பெற்றவற்றைவிட விஞ்சு தன்மை பெற்ற ஜீன்களிடையே தேர்வு வெற்றிகரமாக நிகழும். அடங்கு தன்மைகள் மாற்றுப்பண்புடைய நிலையிலிருந்தால் தேர்வு நிகழ்வதில்லை.

பொதுவாகத் தேர்வு நெருக்கமும் (selection pressure) சடுதிமாற்ற நெருக்கமும் (mutation pressure) ஒன்றுக்கொன்று முரணானவை. சடுதிமாற்றத்தினுல் புதிய ஜீன்கள் உண்டாவதும், தேர்வினுல் அவை நீக்கப்படுவதும் ஆகிய சமநிலை ஏற்படுகிறது.

பல்லுருத்தோற்றம் (Polymorphism): உயிரினக் கூட்டத்தில் இரண்டும், அதற்கு மேற்பட்ட உயிரினங்களும் சேர்ந்து வாழ்ந்தால் பல்லுருத்தோற்றம் உண்டாகும். குரோமோசோம் பல்லுயிர்த் தோற்றங்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. பல்லுயிர்த் தோற்றம் என்பது தொடற்பற்ற பண்புகளைக் குறிக்கப் பயன்

படுத்தப்படுகிறது. இவை அமைப்பியல் பண்புகளாக இருக்கலாம். அவை இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எதிரிடைப் பண்புகள் கட்டுப்படுத்தி, அதனால் ஒரு பெரிய விளைவினை உண்டாக்கலாம். எனவே, வகைபாடு செய்வதற்கு இதில் சிரமம் ஒன்றுமிராது. மனிதன் பல பண்புகளில் பல்லுயிர்த் தோற்றம் பெற்றுள்ளான். (உ-ம்.) மனிதனில் அமைந்த இரத்தத் தொகுதிகள் (blood groups). இவை தொடர்பற்றவை. புவியியல் இனங்களுக்கிடையே (geographical races) உள்ள மாறுபாடுகள் பல்லுருத் தோற்றம் ஆகா.

தேர்வு நெருக்கத்திற்கும், சடுதிமாற்ற நெருக்கத்திற்கும் சமநிலை உண்டாக்கலாம் என்று முன்பு கண்டோம். இப்படியாக. உயிரினக் கூட்டத்தில் காணப்பட்ட பல்லுருத் தோற்றம், சடுதி மாற்றத் தேர்வு ஆகிய ஆற்றல்களுக்கிடையே ஏற்பட்ட சமநிலை யாகும். ஒரே மாதிரியான தேர்வு மதிப்பும் (selection value) அல்லது நடுநிலையான தகஅமைவும் பெற்ற (adaptively neutral) பல மரபியல் வகைகளிடையே ஹார்டி-வீய்ன்பெர்க் சமநிலை உறுதி யாக நிலைநாட்டப்படும். தகஅமைவு நடுநிலைக்கு உதாரணம் கூறுவது கடினம். ஏனெனில், ஒரு மரபியல் சூழ்நிலைக் காரணி களினால் தேர்வு நற்பயன் (advantage) இல்லை என்பது மாறுபட்ட சூழ்நிலையினால் அஃது இருக்க முடியாது என்பதற்குச் சான்று ஆகாது, இதற்குச் சாத்தியமான வேறுபாடுகள் எண்ணற்றவை. சில குறிப்பிட்ட நிலைகளைத் தவிர ஜீன்கள் நடுநிலையானவை, என்பதை உணர வேண்டும். இந்த எளிய சமநிலை வகைகளைவிடப், பல்லுருத் தோற்றம் தகஅமைவு பெற்றுள்ளது. இதனால் பரிணாம ஆய்வுகளில் பல்லுருத் தோற்றம் பெரும்பங்கு வகிக்கிறது.

நிலையற்ற பல்லுருத் தோற்றம் (Transient Polymorphism) : புதிய அல்லது முன்பு அரிதாக இருந்த சடுதிமாற்றம் நன்மை பயப்பதாக இருந்து, உயிரினக் கூட்டத்தில் பரவினால், நிலையற்ற பல்லுயிர்த் தோற்றம் உண்டாகும். இப் புதிய உருவம் பழைய உயிரினத்தின் இடத்தில் அமைந்து விடுவதால், இது நிலையற்றது என்று கூறப்படுகிறது. உதாரணமாக, கெட்டில்வெல் (Kettlewell) என்பவர் இங்கிலாந்து நாட்டில் சாம்பல் வண்ணமுடைய மரங்களின் பட்டைகளையும், அந் நிறத்திற்குப் பொருத்தமான நிற டைய இறகுகளைப் பெற்ற பிஸ்டன் பெடுலேரியா (biston betularia) என்ற அந்துப்பூச்சிகளையும் பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பு கண்டார். பர்மிங்ஹாம் (Birmingham) போன்ற ஊர்களில் சமீப காலத்தில் பல தொழிற்சாலைகள் ஏற்பட்டன. தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியாகிய கரி, புகை ஆகியவற்றினால் மரப்பட்டைகள் கறுப்பு நிறம் பெற்றன. இந் நிறத்திற்குப் பொருத்தமான வகையில் அப்

பூச்சிகளின் இறகுகளும் கறுப்பு நிறமாகி விட்டன. இதற்குத் 'தொழிற்சாலையினுல் கறுப்பு நிறமாதல்' (industrial melanism) என்று பெயர். இதற்குச் சடுதிமாற்றம் பெற்ற ஜீன்களின் நிகழ் விரைவு அதிகமானதே காரணமாகும்.

சமநிலையான பல்லுருத் தோற்றம் (balanced polymorphism) என்பது உயிரினக் கூட்டத்தில் தேர்வினுல் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வகைகளைப் பாதுகாப்பதாகும். இவற்றில் பல வகைகள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. நிலையற்ற பல்லுயிர்த் தோற்றத்தைவிட இவை அதிகமாக உள்ளன. மாறுபட்ட தேர்வு நெருக்கத்தினுலும், இரு ஹோமோஸைகோட்டுகளில் (homozygotes) ஹிடெரோஸைகோட்டினை (hetrozygote) ஆதரித்துத் தேர்வு நிகழ்வதனுலும் சமநிலை பல்லுயிர்த் தோற்றம் உண்டாகலாம்.

மரபுவழி மாறுதல் போக்கு (Genetic Drift) : யதேச்சையான பாரம்பரிய மாறுபாடுகளினுல் சிறிய உயிரினக் கூட்டங்களின் ஜீன் நிகழ் விரைவில் மாறுதல்கள் ஏற்படும். சிறிய தற்செயலான மாதிரிக் கேமீட்டுகளிலிருந்து அடுத்த சந்ததியினை உருவாக்குவதற் காக எடுத்துக்கொள்ளப்படுவதன் விளைவுதான் மரபுவழி மாறுதல் போக்கு என்பது. இந்த 'மாதிரி' (sample) பெற்றோர் ஜீன் நிகழ் விரைவிற்கு மாறுபட்டால், அடுத்த சந்ததியினை உருவாக்கும் புதிய ஜீன் கூட்டமாகிறது. இவ்வாருக, உயிரினக் கூட்டத்தில் பல முன்கூட்டிச் சொல்ல முடியாத ஜீன் நிகழ் விரைவு மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன.

மரபுவழி மாறுதல் போக்கும் பரிணுமமும்: (Genetic Drift and Evolution) : மரபுவழி மாறுதல் போக்கு, பரிணுமத்திற்கு உதவுகி றதா என்பது கேள்வி. சில உயிரினங்களில் மரபுவழி மாறுதல் போக்கு, பரிணுமத்திற்கு உதவுகிறது.

பல வகையான உயிரினக் கூட்டங்களில் உள்ள ஜீன் நிகழ் விரைவு மாறுதல்கள் மரபியல் மாறுதல் போக்கிற்குச் சாட்சிய மாக உள்ளன. சிறியதும் பெரியதுமான எல்லா உயிரினக் கூட்டங்களிலும் இயற்கைத் தேர்வு நிகழ்கிறது. தேர்வு இல்லாத பொழுது மரபியல் மாறுதல் போக்கு இருப்பதில்லை. தேர்வும் மரபியல் மாறுதல் போக்கும் சேர்ந்து நடைபெற்ருல், ஒன்றுக் கொன்று உதவிக்கொள்ளும். இதனுல் பெரிய உயிரினக் கூட்டங் களில் தேர்வு மட்டுமே நிகழும். சிறிய உயிரினக் கூட்டங் களில் தேர்வும் மரபியல் மாறுதல் போக்கும் சேர்ந்து இயங்கும் போது தீமை விளைவிக்கும் ஜீன்கள் நீக்கப்பட்டு விடும். மரபியல்

மாறுதல் போக்கில் உயிரினக் கூட்டத்தில் குறைந்த நிகழ்விரைவு உடைய எதிரிடைப் பண்புகளுக்கு அதிகரிப்பதைவிடக் குறைக்கக் கூடிய உண்மை நிலை ஏற்படுகிறது.

நிலையான தேர்வு வற்புறுத்தல்கள் (Constant Selection Pressures): நிலையான தேர்வு வற்புறுத்தல்கள் தீமை விளைவிக்கும் ஜீன்களைக் குறைந்த நிகழ் விரைவில் வைத்திருக்கும். மரபியல் மாறுதல் போக்கிற்கும் தேர்விற்கும் உள்ள மொத்தப் பலன், தீமை விளைவிக்கும் ஜீன்கள் நீக்கப்படுவதை ஆதரிக்கிறது. இவ்வாறாக இயற்கைத் தேர்வு என்பது பெரிய உயிரினக் கூட்டங்களில் கட்டுப்படுத்தும் காரணியாக (controlling factor) உள்ளது. அது பொதுவாக மாற்றுப் பண்புகளைப் பெற்றது; அதனால் வேறுபாடுகளுடன் அமைந்திருக்கும். சிறிய உயிரினக் கூட்டத்தில் இயற்கைத் தேர்வும், மரபியல் மாறுதல் போக்கும் சேர்ந்து செய்யும் விளைவு ஒத்த தன்மையுடைய பண்பினை (homozygosity) உயர்த்தி, உயிரினக் கூட்டத்தில் உள்ள வேறுபாடுகளின் அளவினைக் குறைக்கிறது. இதனால் சிறிய உயிரினக் கூட்டங்கள் மாறும் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு மாறுபடும் தகஅமைவுத் தன்மையினை இழந்து விடுகின்றன; இதனால் மடிந்து விடுகின்றன. இச் சிறிய உயிரினக் கூட்டங்களில் சடுதிமாற்றம், மரபியல் மாறுதல் போக்கு தற்கலவை ஆகிய காரணங்களினால் மாறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன. எனவே, ஒவ்வோர் உயிரினக் கூட்டம் உண்டாவதும் தனியான பரிணாமச் சோதனையாகக் கருதப்படுகிறது. பெரும்பான்மையான சோதனைகளின் முடிவு அழிவு என்றாலும், புதிய பாதைகளில் (directions) பரிணாமம் நடைபெறுவதற்கான சாத்தியக் கூறுகள் உள்ளன.

இனத்தோற்றம் (Origin of Species): இனம் என்பதற்குப் பல அறிஞர்கள் பலவிதமான விளக்கங்களைத் தந்துள்ளார்கள்: 'உயிரினக் கூட்டங்களுக்கிடையே ஜீன் பரிமாற்றம் (exchange of genes) ஒன்று அல்லது பலவும் சேர்ந்த இனப்பெருக்கு ஒதுக்கீட்டுச் செயல் முறைகளினால் (reproductive isolating mechanisms) வரம்பிற்குட்பட்டு அல்லது தடுக்கப்பட்டுள்ளவையே இனம் எனப்படும். சுருங்கக் கூறின், இனம் என்பது மெண்டெலியன் கூட்டமாகும். உயிரினங்களுக்கிடையே இனப்பெருக்கு ஒதுக்கீட்டினால் 'இனம்' என்ற நிலையினை அடைவது உயிரியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். இந்த நிலையில்தான் பரிணாம விரிவு (evolutionary divergence) மீளாத்தன்மை (irreversible) பெறுகிறது. எனவே, இனம் என்பது நிலைத்ததோர் அலகு (permanent unit) அல்ல; ஆனால், அது பரிணாம விரிவின் ஒரு நிலையே ஆகும்.

இனப்பெருக்கு ஒதுக்கீட்டின் வளர்ச்சியே இனம் உண்டாவ தற்குரிய அடிப்படைக் காரணம் என்று பேட்ஸ் (Bates, 1949), பார், டிமஃபீஃப் - ரெஸ்ஸோவ்ஸ்கி (Bnur and Timofeeff - Ressowsky, 1943), டார்லிங்டன் மாதெர் (Darlington and Mather), ஹக்ஸ்லி (Huxley, 1942), ஸ்டெப்பின்ஸ் (1950) முதலிய அறிஞர்கள் கருதுகிறார்கள்.

மேற்கண்ட விளக்கங்களை ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது, இனம் என்பதற்குக் கீழ்க்காணும் பொதுப் பண்புகள் அமைந்திருக்க வேண்டும் என்பது தெளிவாகிறது :

1. இனம் என்பது ஒரே தோற்றமுடைய புவியியல் வியாபகத்தினைக் (geographical distribution) கொண்டிருக்க வேண்டும்.

2. தொடர்புடைய தொகுதிகளிடையே குறிப்பிட்டபுற அமைப்பியல் பாரம்பரிய வேற்றுமைகளை உடையவை.

3. தொடர்புடைய தொகுதிகளிடையே படிமுறை வரிசை (intergradation) இல்லாதிருத்தல் வேண்டும்.

இனம் என்பது பெரும் உயிரினக் கூட்டங்களிலிருந்து படிப்படியான வேறுபாடுகள் விரிவடைவதால் உண்டாகிறது. இனம் உண்டாகும்போது, வாழ்வியல் அமைப்பியல் வேறுபாடுகள் அவசியம் உண்டாகும். தொடர்ச்சியாகவுள்ள உயிரினக் கூட்டத்தைத் தொடர்பற்ற சிறு அலகுகளாகப் பிரிப்பதே இனத் தோற்றத்தின் முக்கியமான அமிசமாகும். உயிரினங்களில் காணப்படும் பலவிதமான வேறுபாடுகள், அவை ஒரே வாழ்விடத்தில் ஏற்பட்ட தகஅமைவுகளினால் தோன்றியவையாகும். ஒரே விதமான வாழ்விடத்தில் மாறுபட்ட பலவிதமான தாவரங்களும் விலங்குகளும் வாழ்ந்து வருகின்றன.

மரபியல் அமைப்பின் பரிணாமம் (Evolution of Genetic System) : உயிரினங்களில் பரிணாமம் நிகழ்கிறது. அதே மாதிரியாக உயிரினங்களுக்கு அடிப்படையாக உள்ள மரபுவழி அமைப்பிலும் பரிணாமம் நிகழ்கிறது. மரபுவழி அமைப்பிற்கும் தகஅமைவு மதிப்பு (adaptive value) உள்ளது. பாக்டீரியா, வைரஸ் போன்ற நுண்ணுயிரிகளில் ஒரு காலத்தில் பாலினப் பெருக்கம் (sexual reproduction) நடைபெறுவதில்லை என்று கருதினார்கள். ஆனால், சமீபத்தில் எஸ்கிகிரியா கோலி (eschicheria coli) என்ற கோலன் பாக்டீரியாவில் (colon bacterium) செய்த சோதனைகளினாலும், நியூமோகாக்கஸ் (pneumococcus) என்ற பாக்டீரியாவில் செய்த

சோதனைகளினாலும், பாக்டீரியாக்கொல்லி வைரஸ்களில் (bacteriophage viruses) செய்த சோதனைகளினாலும் இத்தகைய உயிரினங்களில் பரிணாம மட்டத்தின் மேல் நிலையில் உள்ள உயிரினங்களில் உள்ளதைப் போன்ற பாலினமுறை இனப்பெருக்கம் நடைபெறாவிடினும், DNA என்ற பாரம்பரிய அடிப்படைப் பொருளின் மீள்சேர்க்கை (recombination) நடைபெறுகிறதென்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

மேற்சொன்ன நுண்ணுயிரிகளில் DNA அமைப்பு முறை (organisation), பரிணாம மட்டத்தில் உயர்நிலையில் உள்ள உயிரினங்களில் காணும் ஜீன் DNA அமைப்பு முறையைவிடத் தாழ் நிலையில் உள்ளது. இத்தகைய அமைப்பிலிருந்து ஜீன் அமைப்பு முறை உண்டாகி, பிறகு ஜீன்கள் ஒன்று சேர்ந்த குரோமோசோம் அமைப்பு முறை பரிணமித்தது. இதற்குப் பின்னரே செல்லில் மைடாஸிஸ் (mitosis) செல் பகுப்பும், குன்றல் பகுப்பும் (meiosis) சிறப்பு ஏற்பாடுகளாகத் தோன்றின.

பாலிலி இனப்பெருக்கம் (asexual reproduction) ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீனோடைப் (genotype) சீக்கிரத்தில் இரட்டிக்கச் செய்ய உதவுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் மிக விரைவில் பல உயிரினங்களை உண்டாக்கப் பாலிலி இனப்பெருக்கம் உதவுகிறது.

ஒருமய உயிரினங்கள் (haploid organisms) இருமய (diploid) உயிரினங்களைவிடப் பரிணாம மட்டத்தின் கீழ்நிலையில் உள்ளன. இருமய உயிரினங்கள் சிக்கலான அமைப்புகளோடு உண்டாயின.

பரிணாமப்போக்கில் பால் தன்மை ஏற்பட்டதனால் பாற் கணிப்பிற்கும், பாலினைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கும் ஆகிய பல துணை விளைவுகள் ஏற்பட்டன. இதில் ஏதாவது ஒன்று நடைபெறாவிடில், பால்முறைக்கேடு (sexual anamolies) உண்டாகும். பாலினப் பெருக்கம் நடைபெறும் உயிரினங்களில் தன் வளமிலாத் தன்மையிலிருந்து (self-sterelity), புறக்கலவி (outcrossing), தற்கரு வுறுதல் (self-fertilization) வகையினால் ஆகிய பலவிதமான மரபு வழி மீள்சேர்க்கைகள் ஒழுங்குபடுத்தப்படுகின்றன. மரபுவழி மாறுபாடுகள் வெளியாவது குறிப்பிடத்தக்க கட்டுப்பாட்டிற்குள் அடங்கியது. ஓர் உயிரினத்தின் தோற்றமும், நடவடிக்கையும், அதன் உயிர்வாழ்வினைப் பாதிப்பதோடு நில்லாமல், மற்ற உயிரினங்களின் நடவடிக்கை, பிழைத்தல் (survival), இனப்பெருக்கம் ஆகியவற்றையும் பாதிக்கின்றன. எனவே, டார்வினுடைய பால் தேர்வுக் கொள்கை பலவாற்றானும் குறைபாடு உடையதாயினும், அதைப் பற்றி இன்னமும் ஆராய்ச்சிகள் செய்து முடிவு எடுக்க வேண்டும் என்பது தெளிவாகிறது.

23. மரபியல் வரலாறு

(History of Genetics)

(1) முன்னுரை—வரலாறு

'வேம்பு போட்டால் கரும்பு முளைக்குமா?', 'தாயைப் போலப் பிள்ளை, நூலைப் போலச் சேலை' என்பவை நம் நாட்டிலே உலவி வரும் பழமொழிகள். பிள்ளைகள் பெற்றோர்களை ஒத்திருப்பது பாரம்பரியம் (heredity) ஆகும். இப் பாரம்பரியம் தொடர்ந்து வருவது மரபு. குறிப்பிட்ட பெற்றோர்களுடைய நான்கு பிள்ளைகள் இருக்கின்றார்கள் என்றால், அந் நால்வரும் பெற்றோர்களுடைய பண்புகளைப் பெற்றிருப்பர். இந் நான்கு பிள்ளைகளையும் கூர்ந்து கவனித்தால், இவர்களிடையே சில வேற்றுமைகள் காணப்படும். பாரம்பரியத்தைப் பற்றியும், வேறுபாடுகளைப்பற்றியும் படிக்கும் உயிரியல் துணையியலுக்கு மரபியல் என்று பெயர்.

ஹிப்போகிரேடஸ் : பொதுவாக அறிவியல் துறைகள் யாவும் அரிஸ்டாட்டில் காலத்திலிருந்து ஆரம்பமாயின என்று கூறப்படுவதுண்டு. ஆனால், மரபியல் அரிஸ்டாட்டிலுக்கு முன்னர் வாழ்ந்த ஹிப்போகிரேடஸ் காலத்திலேயே ஆரம்பமாயிற்று. பண்புகள் பாரம்பரியமாக வருவது பற்றி ஹிப்போகிரேடஸ் கூறிய கருத்துகளாவன : 'உடலின் ஒவ்வொரு பகுதியும் ஒரு பொருளை உண்டாக்கி, அத்தகைய பொருள்கள் யாவும் இனப்பெருக்குச் செல்களில் சேர்கின்றன. பின்னர், இப் பொருள்கள் பாரம்பரியப் பணிவுகளுக்கு ஆதாரமாகின்றன.' இக் கருத்து டார்வினின் பான்ஜெனிஸிஸ் கொள்கையை (Theory of Pangenesis) ஒத்தது.

ஹிப்போகிரேடஸின் கருத்தினை அரிஸ்டாட்டில் கடுமையாக எதிர்த்தார். அரிஸ்டாட்டிலின் கருத்துகளாவன : உயிரினங்கள் அவற்றின் பெற்றோர்களின் பண்புகளுடன் மூதாதையர் பண்புகளையும் பெற்றிருக்கலாம். சந்ததிகளில் காணும் உரோமம், நகம், நடை (gait) முதலிய பண்புகளை ஹிப்போகிரேடஸின் எளிய கோட்

பாட்டினுல் விளக்க இயலாது. 'தாய்தந்தையரிடம் காணப் படாத நரை, தாடி முதலியவற்றில் வேறுபாடான பண்பு களைச் சந்ததிகளில் காணலாம்; தாய்தந்தையர்களிடம் காணப் படாத குறையுடை உறுப்புகள் சேயினங்களில் காணப்படுவ தில்லை. முயற்சியினுல் பெற்ற பண்புகள் பாரம்பரியமானவை. 'பெற்றோரிடமிருந்த பண்புகள் பிள்ளைகளுக்கு அப்படியே நேரிடை யாக அமையாமல், அப் பண்புகளைத் தோற்றுவிக்கும் உள்ளார்ந்த ஆற்றல்களே பின்பு பாரம்பரியப் பண்புகளைத் தோற்றுவிக் கின்றன' என்று நம்பினுர். இவர் விலங்குகளின் கலப்புயிரிகளைப் பற்றி அறிந்திருந்தார். (உ-ம்.) மட்டக்குதிரை (mule).

உயிரினங்களிடையே உள்ள பால் வேற்றுமையை (sex differences) வரலாற்றுக் காலத்திற்கு முன்பிருந்தே அறிந்திருந் தனர்; உதாரணமாக, பேரீச்சம்பழத்திலும், அத்திப்பழத்திலும் ஆண்மரம், பெண்மரம் என்ற தனித்தனியான மரங்கள் இருப் பதை உணர்ந்திருந்தனர். கிறிஸ்து பிறப்பதற்கு 2000 ஆண்டு களுக்கு முன்பிருந்தே ஆண்மரங்களும், பெண்மரங்களும் தனித் தனியாகப் பயிரிடப்பட்டு வந்தன. கி. மு. 1000ஆம் ஆண்டிற்கு முன்பே சேரப் (Cherub) என்ற கடவுள் பேரீச்சம்பழ மரத்தின் மகரந்தச் சேர்க்கை உண்டாவதற்குத் தலைமை வகிக்கிறது என்று நம்பியிருந்தனர்.

காமெரேரியஸ் (Camerarius): உயர்த் தாவரங்களில் பாலினப் பெருக்கம் நடைபெறுவதும், மகரந்தம் ஆண் தன்மையைக் குறிக்கும் என்றும் கி. பி. 1676ஆம் ஆண்டில் நிஹிமியா குரு (Nehemia Grew) என்பவர் முதலில் கண்டுபிடித்தார். இவ் வுண்மையினைப் பரிசோதனை அடிப்படையில் காமெரேரியஸ் (Camerarius, 1691 - 1694) கண்டுபிடித்தார்.

1716ஆம் ஆண்டில் காட்டன் மாதெர் (Cotton Mather) என் பவர் மக்காச்சோளத்தில் கலப்புயிரிகள் இருப்பதைக் கண்டார். கல்ருட்டர் (Koelreuter 1671-1766) கலப்புயிரிகளைப்பற்றி நன்கு அறிந்து, அவற்றை முறையாக வகைப்படுத்தினுர். இவருடைய கண்டுபிடிப்புகளும், கருத்துகளுமே டார்வின், மெண்டெல் ஆகியவர் களின் ஆய்வுகளுக்கு அடிப்படையாக அமைந்தது.

கல்ருட்டர்: இவர் பல தாவரங்களில் சோதனை முறையில் கலவிகளைச் (crosses) செய்வித்து, மகரந்தச் சேர்க்கையின் முக்கியத் துவத்தை உணர்ந்தார்; இயற்கையாக நடைபெறும் மகரந்தச் சேர்க்கையில் பூச்சிகளின் பங்கை அறிந்திருந்தார்; ஒரு திருத்தம்

பெருத சாதாரண நுண்ணோக்கியின் உதவியைக்கொண்டு, பல வகையான தாவரங்களில் உள்ள பலவகையான மகரந்தங்களையும், அவை முளைக்கும் விதத்தையும் விவரிக்கிறார்; மகரந்தத்திலிருந்து வெளியான திரவம் சூலகமுடியின்மேல் பட்டுக் கருவுறுதல் நிகழ்கிறது என்று நினைத்தார். இக் கருத்தை இவருக்குப் பின் வந்த அறிஞர்கள் ஆதரிக்கவில்லை. இயல்பான விதையை உண்டாக்க ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மகரந்தங்கள் தேவை என்று நினைத்தார். இக் கருத்தினைச் சார்லஸ் டார்வின் தமது 'வீட்டில் வளர்த்தலினால் விலங்கு, தாவரங்களினால் உண்டாகும் வேறுபாடுகள்' (The Variation of Animals and Plants under Domestication) என்ற நூலில் கூறியுள்ளார்.

கருவுறுதல் என்பது இரு திரவங்களின் கலத்தலினால் நிகழ்கிறது என்று கல்ருட்டர் நினைத்தார். அதனால் அவர் 'அரைக் கலப்புயிரிகள்' (half hybrids) தோன்றலாம் என்று எண்ணினார்; இரு தாவரங்களின் மகரந்தங்கள் ஒன்று சேர்ந்து, ஒரு புதிய தாவரம் உண்டாகலாம் என்று நம்பினார்.

கலப்புயிரிகள் (hybrids) பெற்றோர்களுக்கு இடைநிலையில் உள்ளதாகிய பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும்; அல்லது ஏதாவதொரு பெற்றோரை ஒத்திருக்கும் எனக் கருதினார்; வேற்றுமைகள் மிகுந்துள்ள உயிரினங்களுக்கிடையே ஏற்படும் கலப்புயிரிகள் வளமின்றி (sterelity) இருக்கும் என்றும், இதற்கு மகரந்தம் காலியாக இருப்பது காரணமாக இருக்கலாம் என்றும், எதிரெதிர்க் கலவிகளிலிருந்து (raciprocal crosses) உண்டான கலப்புயிரிகள் ஒரே மாதிரியானவை என்றும் நம்பினார்; கலப்புயிரிகளின் சந்ததிகளில் அதிகமான வேறுபாடுகளைக் கண்டார்; ஆனால், இதைப் பற்றி வலியுறுத்திக் கூறவில்லை; கலப்புயிரிகளில் உடல வீரியம் (vegetative vigour) இருப்பதைக் கண்டு, அது பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்தது என்று கருதினார்.

தாவர, விலங்குகளின் கலப்புயிரிகளை ஆராய்ந்து, பல உண்மைகளைக் கண்டறிந்தார்; வேறுபாடுகளில் தொடர் வேறுபாடுகள் (continuous variations) என்றும், தொடர்பற்ற வேறுபாடுகள் (discontinuous variations) என்றும் இரு வகைகள் இருப்பதைக் கண்டார்; தொடர்பற்ற வேறுபாடுகளுக்கு ஸ்போர்ட்ஸ் (sports) என்று பெயரிட்டார்; இவை விஞ்சுதன்மை (dominance) பெற்றுப் பல தலைமுறைகளிலும் மாறுதலடையாமல் காணப்படுகின்றன என்று கருதினார். ஆனால், தொடர்பற்ற வேறுபாடுகளைப் பற்றி டார்வின் தம் கருத்தைச் செலுத்தவில்லை. தொடர் வேறு

பாடுகளே முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது எனவும், இவற்றில் தேர்வு (selection) செய்து, கலவி நிகழ்த்தினால் இடைநிலைக் கலப்புயிரிகள் (intermediary hybrids) பெறலாம் என்றும் நம்பினார்; கலப்புயிரிகளின் பண்புகள் பெற்றோர்களின் பண்புகளுக்கு இடைநிலையாக இருப்பதனால், கலவிகளின் மூலம் அவற்றை நிலைத்திருக்கச் செய்ய முடியும் என்றும், தற்கலவை (inbreeding) உயிரினங்களிடையே வேற்றுமைகளை அதிகரிக்கும் என்றும் நம்பினார். இக் கருத்தினை இக் கால மரபியலறிஞர்கள் ஒத்துக்கொள்ளுகின்றார்கள். கலவிகளில் 2ஆவது, 3ஆவது சந்ததிகளின் வேறுபாடுகள் அதிகமாகின்றன என்றும், கலவிகளினால் வீரியம் (vigour) அதிகமாகிறது என்றும், தற்கலவையினால் வீரியம் குறைகிறது என்றும் அறிந்திருந்தார். அவர் செய்த சோதனைகளைத் 'தாவரங்களின் அயல், தற்கருவுறுதலின் விளைவுகள் (The Effects of Cross and Self-fertilisation in the Vegetable Kingdom, 1876) என்ற நூலில் விவரித்துள்ளார்; வீட்டில் வளர்த்தல் (domestication) போன்ற மாறுபட்ட சூழ்நிலைகளினால் வேறுபாடுகள் உண்டாகின்றன என்று நினைத்தார். இக் கருத்து, இக் காலக் கருத்திற்கு ஒவ்வாதது. டார்வின் மரபியல் வேறுபாடுகளுக்கும், சூழ்நிலை வேறுபாடுகளுக்கும் உள்ள அடிப்படை வேற்றுமையை அறிந்திருக்கவில்லை.

கார்ட்னர் (Gaertner) : இவர் கலப்புயிரிகளில் பல சோதனைகள் நடத்திப் பல உண்மைகளைக் கண்டார். இவருடைய கண்டுபிடிப்புகள் கி.பி. 1839ஆம் ஆண்டு முதல் 1849ஆம் ஆண்டு வரை பிரசுரமாயின. இவர் சுமார் பத்தாயிரம் உயிரினங்களில் கலவிச் சோதனைகள் செய்தார் என்றும், 80 பேரினங்களைச் சேர்ந்த 700 இனங்களைச் சேர்ந்த தாவரங்களில் செய்த சோதனைகளின் விளைவாக 250 கலப்புயிரித் தாவரங்களை (hybrid plants) உண்டாக்கினார் என்றும் ராபெர்ட்ஸ் (Roberts) என்பவர் கூறுகிறார். இவர் கல்ரூட்டர் கூறிய உண்மைகளை உறுதி செய்ததுடன் முதல் மகட் சந்ததியைவிட (first filial generation or F_1 generation), இரண்டாம் மகட்சந்ததியில் (second filial generation or F_2 generation) வேறுபாடுகள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன என்று கருதினார். இவர் உயிரினம் முழுவதையும் தம்முடைய ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொண்டு ஆராய்ந்தார். இவ் வழக்கம் மெண்டெலுக்கு முன்பிருந்த ஆய்வாளர்களிடையே காணப்பட்டது. கலப்புயிரிகளில் பிற்கலவிகள் (back crosses) நிகழ்த்தி, எத்தனை கலவிகளுக்குப் பிறகு கலப்புயிரி, பெற்றோர்ச் சந்ததியை ஒத்திருக்கிறது என்று கண்டார்.

ஹெர்பெர்ட் (Herbert): இவர், அழகுத் தாவரங்களில் பிறகலவிச் சோதனைகள் செய்து, அவ்வற்றின் விவரங்களை 1819ஆம் ஆண்டு முதல் 1847ஆம் ஆண்டு வரையில் பிரசுரம் செய்தார். இனக்கலவிகள் (inter-specific crosses) வளமற்றவையாக முடிகின்றன என்றும், இரு வகையினைக் கலந்து உண்டாகிய சந்ததிகள் வளமுடைய சந்ததிகளை உண்டாக்குகின்றன என்றும் கண்டுபிடித்தார்.

லிகாக் (Lecoq) என்பவர் வேளாண்மைத் தாவரங்களில் (agricultural plants) பல கலவிகள் செய்து, அவற்றின் முடிவுகளைக் கி.பி. 1827ஆம் ஆண்டு முதல் கி.பி. 1862ஆம் ஆண்டு வரையிலும் பிரசுரம் செய்தார்.

கலப்புயிரிகளில் சோதனை செய்யும்பொழுது வேண்டாத மகரந்தம் வந்து விழுவதைத் தடுக்க வேண்டியதன் அவசியத்தைப் பற்றி விச்சுரா (Wichura, 1865) என்பவர் ஒரு கட்டுரையில் வெளியிட்டார்.

பல கலப்புயிரிச் சோதனைகளை நாடின் (Naudin) என்பவர் நிகழ்த்தி, அவற்றின் முடிவுகளை 1855ஆம் ஆண்டு முதல் 1869ஆம் ஆண்டு வரை வெளியிடலானார். எதிரெதிர்க் கலப்புயிரிகளின் தனித் தன்மையினை இவர் உணர்ந்திருந்தார்; முதல் மகட்சந்ததியின் ஒரே வழி தன்மையினையும் (uniformity), இரண்டாம் மகட்சந்ததியில் பெற்றோரின் வேறுபாடுகள் (parental variations) மீள் சேர்க்கையுறுவதையும் (recombination) அறிந்திருந்தார்.

கருவுறுதலின்போது ஒரு முட்டையும் ஒரு விந்துவும் இணைந்து சைகோட் (zygote) உண்டாகிறது என்ற உண்மை மெண்டெலுக்குச் சில காலத்திற்கு முன்புதான் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. நேரிடையான கருவுறுதல் நிகழ்ச்சியை நுண்ணோக்கியின் உதவியைக் கொண்டே காண முடிந்தது.

லூவென்ஹூக் (Leunwenhoek): இவர் 1677ஆம் ஆண்டில் விலங்கின் விந்துவை நுண்ணோக்கியில் கண்டார்; முட்டை கருவுறுதலுக்கு ஒரே ஒரு விந்துவே போதும் என்று கருதினார். இக்கருத்து மறுப்பாரும், ஆதரிப்பாரும் இன்றி அப்படியே இருந்தது. 1853ஆம் ஆண்டில் ஃபியூகஸ் (Fucus) என்ற பழுப்புப்பாசியில் துரெட் (Thuret) என்பவரும், ஊடகோனியம் (Oedogonium) என்ற பசும்பாசியில் 1852ஆம் ஆண்டில் பிரிங்ஷீம் (Pringsheim) என்பவரும், பூஞ்சையில் 1861ஆம் ஆண்டில் டி பாரி என்பவரும் கருவுறுதலைக் கண்டுபிடித்தனர்.

அமிஸி (Amici) : 1823ஆம் ஆண்டில் இவர் விதைத்தாவரங்களின் (spermatophyta) மகரந்தம் உண்டாவதையும், அது சூல் பையிலும், சூல் துளையிலும் இருப்பதையும் கண்டார்; 1846ஆம் ஆண்டில் ஆர்கிட் செடியின் (orchid) சூலில் மகரந்தக்குழாய் வரும் வரை இயங்காமலிருந்த ஒரு செல் இயங்குக் கருவாகிறது என்று கண்டார். ஹாஃப்மீய்ஸ்டர் இச் சோதனைகளை மேலும் தொடர்ந்தார். இவர்களுடைய பரிசோதனைகளை ஆதாரமாகக் கொண்டே மெண்டெல் பூக்கும் தாவரங்களில் ஒரு மகரந்த செல்லும், முட்டை செல்லும் இணைந்து புதிய உயிரினமாகிறது என்று அறிந்துகொண்டார். ஆனல், இக் கருத்து அக் காலத்தில் தெளிவடையாமலே இருந்தது.

(2) பாரம்பரியம் (Heredity)

பாரம்பரியம் என்பது விசித்திரமானது என்று 1868ஆம் ஆண்டில் சார்லஸ் டார்வின் எழுதுகிறுர். அவர் வாழ்ந்த நாள்களில் 'பாரம்பரியம் என்னும் புதிருக்கு' (riddle of heredity) விடை கிடைக்கவேயில்லை.

பழங்காலத்து மக்கள் பாரம்பரியம்பற்றி மிகவும் பரிச்சயமுடையவர்களாக இருந்தார்கள்; அதாவது 'ஒத்தது ஒத்ததையே தரும்' (like begets like) என்று நம்பினுர்கள். நாய்க்குட்டிகள் நாய்களை ஒத்துள்ளன. பிள்ளைகள் பெற்றோர்களை ஒத்துள்ளார்கள். ஆனல், இவ்வொற்றுமை எவ்வாறு உண்டாயிற்று, என் உண்டாயிற்று என்று அவர்கள் அறிந்துகொள்ளவில்லை.

அரிஸ்டாட்டில் காலம் முதல் ஹார்வி, நியூடன காலம் வரை உயிரினங்கள் உயிரற்ற பொருள்களிலிருந்து உண்டாகும் என்ற உயிரிலிப் பிறப்புக் கொள்கையையே நம்பி வந்தனர். இக் கருத்து ரிடி (Redi, 1626-1698), ஸ்ஃபல்லன்ஸானி (1729-1799), லூயி பாஸ்டியர் ஆகிய அறிஞர்கள் செய்த சோதனைகளினுல் கைவிடப்பட்டு, உயிரினங்களிலிருந்துதான் மற்றோர் உயிரினம் தோன்ற முடியும் என்ற உயிரிப் பிறப்புக் கொள்கை ஒப்புக் கொள்ளப்பட்டது. ஸ்பல்லன்ஜானி, பாஸ்டியர் முதலியவர்கள் பாரம்பரியமும் உயிர்ப்பொருளும் ஒன்றுக்கொன்று இயைந்திருப்பவை; ஒன்று எப்பொழுதும் மற்ருென்றுடன் சேர்ந்துதான் காணப்படும் என்று கருதினுர்கள். வைரஸ் முதல் மனிதன் வரை எல்லா உயிரினங்களும் சூழ்நிலைகளிலிருந்து பெறும் பொருள்களினுல் உணவு தயாரித்து இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. எனவே, பாரம்பரியம் என்பது தன் இனப்பெருக்கம்

(self-reproduction). இது உயிரினங்கள் அனைத்திலும் காணப்படும் பொதுப் பண்பாகும். இப் பண்பே உயிரினங்களையும், உயிரற்ற பொருள்களையும் பிரிக்கிறது.

உயிரினங்கள் தம் பண்புகளை எவ்வாறு தம் சந்ததிகளுக்குக் கொண்டு செல்கின்றன என்பது பழங்காலத்தில் விளங்காமலிருந்தது. பின்னர் இதற்கு ஆதாரமான ஆண் கேமீட்டும், பெண் கேமீட்டும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, அவை இணைந்து சைகோட் உண்டாகி, சைகோட்டிலிருந்து புதிய உயிரினம் உண்டாகும் போது, புதிய உயிரினம் பெற்றோர்களை ஒத்திருக்கின்றது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. கிராஃப் (Graaf, 1673), மால்பீஜி, ஸ்வாம்மெர்டாம் (Swammerdom), ஹம் (Hamm), ஹெர்ட்விச் முதலிய அறிஞர்களின் ஆராய்ச்சியினால் மேற்கூறிய உண்மை கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

தாவரங்களின் இனப்பெருக்கு உறுப்புகள், அவற்றின் ஆண் பெண் கேமீட்டுகள், கருவுறுதல், புதிய தாவரம் உண்டாகுதல் ஆகியவற்றின் உண்மைகளைக் காமரேரியஸ், லின்னயிஸ், கார்ட்னெர், மெண்டெல் முதலியவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள்.

பாரம்பரியம் பற்றிய கொள்கைகள் முன் படைப்பு அல்லது உறைக் கொள்கைகள் (Pre-formation or Encasement Theory): எதிர்காலச் சந்ததியினரின் உயிர்ப் பொருள்கள் யாவும் ஒன்றிற்குள் மற்றொன்று இறைவனால் அடுக்கி வைக்கப்பட்டு இருக்கிறது; ஒவ்வொரு சந்ததியிலும் ஓர் உயிரினம் முழுமை பெற்ற உயிரினமாக மாறுகிறது. உலகின் முதல் தாயான ஏவாள் (Mother Eve) 200 மில்லியன் உயிர்ப்பொருள்களைக் கொண்டிருந்தாள் என்றும் கூறப்படுகிறது. இக் கொள்கை பிற்காலத்தில் கைவிடப்பட்டது.

ஹோமன்குலஸ் கொள்கை (Homunculus Theory): 1694ஆம் ஆண்டில் திருத்தம் பெறாத, குறையுடைய நுண்ணோக்கியில் ஆராய்ந்த ஒருவர் மனிதனின் விந்துவை ஆராயும்பொழுது, அதில் மிகச் சிறிய மனித உருவம் காணப்படுவதாக நினைத்தார், அந்த மிகச் சிறிய மனித உருவத்திற்கு 'ஹோமன்குலஸ்' என்று பெயரிட்டார்.

ஸ்விட்சர்லாந்தின் உயிரியலறிஞரான பான்னெட் (Bonnet, 1720 - 1793) இக் கண்டுபிடிப்பை ஆதாரமாகக்கொண்டு மனித உடல், விந்துவில் முன்பே உண்டாக்கப்பட்டுவிட்டது (preformed). இது வளர்ந்து குழந்தை ஆவதற்கு வளர்ச்சி ஒன்றுதான் தேவை என்று கருதினர். இக் கருத்தினை ஸ்வாம்மெர்டாம் (Swammerdam) என்பவரும் ஆதரித்தார்.

பெண்ணின் முட்டை(ovum)யிலிருந்து புதிய உயிரினம் உண்டாக்கப்படுகிறது என்ற கொள்கைவாதிகள் ஓவிஸ்ட்டுகள் (ovists) என்று அழைக்கப்பட்டார்கள். இவர்கள் ஹோமன்குலஸ் என்பது முட்டையில்தான் அமைந்துள்ளது என்றும், இதுவே பின்னர்க் குழந்தையாக வளர்ச்சியடைகிறது என்றும் நம்பினார்கள்.

எபிஜெனிஸிஸ் கொள்கை (Theory of Epigenesis) : **ஸி. எஃப். வுல்ஃப்** (C. F. Wolff, *1733-1794*) என்பவரும், **கே. ஈ. வான் பேயரும்** (K. E. Von Baer, *1792-1876*) முன் படைப்புக் கொள்கையைக் கைவிட்டுவிட்டு, எபிஜெனிஸிஸ் கொள்கையைக் கடைபிடித்தனர். இக் கொள்கையின் கருத்துகளாவன :

'வளர்ச்சிச் செயல்முறை வளர்ச்சியைவிடச் சிக்கலானது. இனப்பெருக்கு செல்கள் அமைப்பற்ற திரவமாக உள்ளது. இதிலிருந்து வளர்ச்சியடையும் உயிரினத்தின் உடலுக்கும், இதற்கும் எவ்விதமான உருவ ஒற்றுமைகளும் கிடையா. வளரும் உடல் பல மாறுதல்களை அடைந்து இதற்கு முன் இல்லாத பல உறுப்புகளைப் பெறுகின்றன.

வுல்ஃப் என்பவர் உயிரியக் கொள்கைவாதி (Vitalist) ஆகையினால், உறுப்புகள் யாவும் அதிசயமான உயிர் ஆற்றலினால் ஏற்படுகின்றன என்று நம்பினார். **வான்பேயர், வுல்ஃப்** மிகைப்படுத்திக் கூறிய கூற்றுகளைத் திருத்தினார். இவர்தாம் முதன்முதலில் பாலூண்ணிகளின் முட்டையைப் பார்த்தவர். இவர்தாம் முதன் முதலில் கோழிக்குஞ்சின் வளர்முறையைப் பிழையின்றி வர்ணித்தவர்.

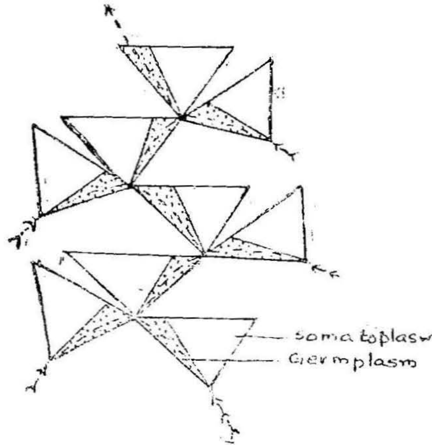
டார்வினின் பான்ஜெனிஸிஸ் கொள்கை (Darwin's Theory of Pangenesis): உயிரினங்களின் உடலிலுள்ள செல்கள் யாவும் நுண்ணிய உயிர்த்துகள்களை (gernnules) உண்டாக்குகின்றன. இவை உயிரினத்தின் உறுப்புகளைச் சுற்றிவிட்டு, இறுதியில் இனப் பெருக்கு உறுப்புகளில் வந்து சேர்கின்றன. இவை இங்குக் கேமீட்டுகளாகின்றன. கேமீட்டுகள் இணைந்து புதிய உயிரினம் உண்டாகும்போது, அந்த உயிர்ப்பொருள்கள் பல உறுப்புகளிலிருந்து தோன்றியவை ஆதலால், அதே விதமான உறுப்புகளை உண்டாக்குகின்றன.

சில சமயம், சில உயிர்த்துகள்கள், சில சந்ததிகள் வரை வளர்வடங்கிய நிலையில் (dormant) மறைந்து இருந்து விட்டுப் பின்னர்ப் புதிய உயிரினத்தில் பழங்காலப் பண்புகளாகத் (atavistic traits) தோன்றும்.

காலடன் (Galton 1822 - 1911) என்பவர் டார்வினுடைய பான்ஜெனிஸிஸ் கொள்கையைத் தவறு என்று நிரூபித்தார். இவர் வெள்ளை எலி, கறுப்பு எலிகளின் இரத்தத்தை ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றிற்குச் செலுத்தினர்: இதனல் இரு எலிகளின் உயிர்த்துகள்கள் ஒன்றாகச் சேர்ந்து, புதிய எலி இரண்டு எலிகளின் பண்புகளும் கலந்து காணப்படும் என்று எதிர்பார்த்தார்; அவ்வாறு இல்லாமலிருக்கவே, பான்ஜெனிஸிஸ் கொள்கை தவறு என்று நிரூபித்தார்.

விஸ்மேனின் ஜெம்பிளாசக் கொள்கை (Weismann's Theory of Germplasm): வீஸ்மேன் இக் கொள்கையினை 1892ஆம் ஆண்டில் தாஸ் கெம்பிளாஸ்மா (Das Keimplasma) என்ற நூலின் வாயிலாக வெளியிட்டார். பிற்காலத்தில் பாரம்பரியம் பற்றி எழுந்த ஆராய்ச்சிகளுக்கெல்லாம் இந் நூலே அழிக்கப்படாத அடிப்படையாக அமைந்திருந்தது என்று கிராம்ப்டன் (Crompton) என்பவர் கூறுகிறார்.

இவர் இனம்பெருக்குச் செல்களை ஜெம்செல்கள் (germ cells) என்றும், இவற்றிலிருந்து தோன்றும் செல்களுக்கு ஜெம்பிளாசம் (germplasm) என்றும் பெயரிட்டார். இஃது உடலின் மற்றப்



படம் 75. ஜெம்பிளாசத்தின் தொடர்ச்சியைக் காட்டுதல்

பகுதியான சோமடோபிளாசத்தினின்றும் (somatoplasm) மாறுபட்டது. ஜெம்பிளாசம் தன்னையொத்த புதிய உயிரினத்தை

உண்டாக்கும் ஆற்றல் பெற்றது. ஆனால், சோமடோபிளாசத்திற்கு இவ்வித ஆற்றல் இல்லை. ஜெம்பிளாசம் புதிய உயிரினத்தை உண்டாக்கும்போது ஒவ்வொரு தலைமுறையிலும் புதிதாகச் சோமடோபிளாசம் உண்டாக்கிக்கொள்ளப்படுகிறது. எனவே, ஜெம்பிளாசம் உயிரினங்களில் தொடர்ந்து பாரம்பரியமாக வருகிறது.

பிக்னோனியா (bignonia), பிரையோஃபில்லம் (bryophyllum) ஆகிய தாவரங்களில் உள்ள இலைகளின் ஒரு பகுதி (உடலப்பகுதி) மட்டுமே புதிய தாவரத்தை உண்டாக்கும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன. இப் புதிய தாவரத்தில் தண்டு, கிளை, இலை, பூ, கனிகளும் உண்டாகும். மண்புழுவில் இனப்பெருக்கு உறுப்புகளற்ற நுனிப் பகுதியை வெட்டினாலும் அப் பகுதி இனப்பெருக்கு உறுப்புகளோடு கூடிய புதிய உயிரினத்தை உண்டாக்குகின்றது. மேலே கூறிய உதாரணங்களை வீஸ்மேனின் ஜெம்பிளாசக் கொள்கையினால் விளக்க இயலாது.

உடலத்திசுக்களிலும் ஜெம் என்ற உயிர்ப்பொருள் உள்ளது. பாலிலாப் பெருக்கு முறையின்போது (asexual reproduction) உடலச் செல்களில் உள்ள உயிர்ப்பொருள் புதிய உயிரினத்தை உண்டாக்கும் என்று உட்ராஃப் (Woodruff) என்பவர் கூறுகிறார்.

ஒவ்வொரு பெற்றோரிடமிருந்து ஒரு கேமீடிக் நியூக்ளியஸ் இணைந்து புதிய உயிரினத்தை உண்டாக்க முடியும். இந்தக் கேமீட்டை இயல்பான கண்களினால் பார்க்க முடியாது. இருந்த போதிலும், இச் சிறிய கேமீட்டுகள்தான் பெற்றோர்களுக்கும் பின் வரும் சந்ததிகளுக்கும் பாலமாக (bridge) அமைகிறது. பெற்றோர்களின் பண்புகள் யாவும் இத்தகைய கேமீட்டுகள் மூலமாகவே செல்லுகின்றன. உலகில் உள்ள உயிரினங்களையெல்லாம் சுமார் 2½ இலட்சம் கோடி மக்களை உண்டாக்குவதற்கேற்ற கேமீட்டுகள் ஓர் ஆஸ்பிரின் வில்லையின் அளவே இருக்கும் என்று முல்லெர் (Muller) கருதுகிறார். இத்தகைய உலகின் ஜனக்கூட்டங்களை உருவாக்குவதற்குத் தேவையான குரோமோசோம்களும் அதே சிறிய அளவில்தான் இருக்கும். இத்தகைய சிறிய இனப்பெருக்கு உறுப்புகளான கேமீட்டுகளிலிருந்துதான் மிகச் சிக்கலான அமைப்பியல் செயலியல்களையுடைய மனிதனும், மற்ற உயிரினங்களும் உண்டாகின்றனர்.

(3) மெண்டெலின் சோதனைகளும், பாரம்பரிய விதிகளும்

(Mendel's Experiments and Laws of Heredity)

பாரம்பரியம் என்பது இனப்பெருக்குச் செல்களில் உள்ள அலகுகள், பெற்றோர்களிலிருந்து பிள்ளைகளுக்குச் செல்லுவதனால் ஏற்படுகிறதென்று மெண்டெல் என்பவர்தாம் முதன்முதலில் சான்றுகளோடு கூடியதொரு கொள்கையினை உருவாக்கினார். இதனால் இவருக்கு முன் பாரம்பரியத்தைப் பற்றி நிலவிய செயல் முறைச் சான்றுகளில்லாத, நடைமுறைக்குப் பொருந்தாத கொள்கைகள் யாவும் கலந்து மறைந்தன.

கிரிகார் ஜோஹன் மெண்டெல் (Gregor Johann Mendel, 1822-1844) என்பவர் ஆஸ்திரியா நாட்டில் பிரன் (Brunn) என்னும் ஊரில் உள்ள கிறித்துவ மடாலயத்தில் (monastery), 1847ஆம் ஆண்டில் பாதிரியார் ஆனார். 1347ஆம் ஆண்டிலிருந்து 1851ஆம் ஆண்டு வரை வியன்னாப் பல்கலைக் கழகத்தில் இயற்கை அறிவியல் (Natural Science) படிக்க இவர் அனுப்பப்பட்டார். 1854ஆம் ஆண்டில் இவர் அறிவியல் ஆசிரியராக நியமிக்கப்பட்டார்.

1857ஆம் ஆண்டில் மடாலயப் பூந்தோட்டத்தில் மெண்டெல் தம்முடைய புகழ்பெற்ற சோதனைகளைச் செய்தார். 1865ஆம் ஆண்டுவரை, இவர் பல சோதனைகளைச் செய்தார்; பட்டாணிக் கடலைச் செடிகளை வளர்த்து, அவற்றின் மாறுபட்ட பண்புகள் பின்வரும் சந்ததிகளில் எவ்வாறு தோன்றுகின்றன என்று ஆராய்ந்தார். இவர் செய்த சோதனைகளின் முடிவுகளை பிரனில் உள்ள இயற்கை வரலாற்றுக் கழகத்தின் (Natural History Society of Brunn) வசந்த காலக் கூட்டத்தில் வெளியிட்டார். அக் குழுவின் ஆண்டு வெளியீட்டில் இவருடைய ஆய்வுகளும், முடிவுகளும், விதிகளும் 1866ஆம் ஆண்டில் பிரசுரம் செய்யப் பட்டன.

மெண்டெலின் கண்டுபிடிப்புகள் துரதிருஷ்ட வசமாக 1900ஆம் ஆண்டு வரை எவரும் கவனிக்கப்படாமல் இருந்தன. இதற்குப் பல காரணங்கள் கூறப்படுகின்றன. அவற்றுள் இரு காரணங்கள் சிறப்பானவை: (1) அக் கால அறிவியலறிஞர்கள் அன்று தோன்றிய டார்வின் எழுதிய 'இனத் தோற்றம்' என்ற நூலினைப் பற்றிய விவாதத்தில் ஈடுபட்டிருந்தார்கள். (2) அக்

காலத்தில் வாழ்ந்த உயிரியலறிஞர்களுக்கு மெண்டெல் அளித்த புள்ளியியல் முறைப்படியான (statistical method) விளக்கங்களைப் புரிந்துகொள்ள முடியவில்லை.

1900ஆம் ஆண்டில் பாரம்பரியத்தைப் பற்றித் தனித்தனியாக ஆராய்ந்து வந்த ஹாலந்து நாட்டைச் சேர்ந்த ஹியூகோடி விரிஸும், ஜெர்மானிய நாட்டைச் சேர்ந்த கார்ல் காரென்ஸ் (Karl Coerrens) என்பவரும், ஆஸ்திரியா நாட்டைச் சேர்ந்த எரிக்வான் ஷெர்மார்க் (Ericvon Tshermark) என்பவரும் மெண்டெலின் மறந்து விட்ட ஆய்வுகளையும், அவற்றின் முக்கியத் தினையும் விளக்கினார்கள்.

மெண்டெலுடைய ஆய்வு முறைகள் : மெண்டெலுக்குப் பெயரையும் புகழையும் தேடித் தந்தவை அவர் ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொண்ட பொருளும், அவருடைய ஆய்வு முறைகளும் ஆகும். இவருக்கு முன்னர், பாரம்பரியத்தைப் பற்றி ஆராய்ந்த அறிஞர்கள், உயிரினம் முழுவதையும் சோதனைப்பொருளாக எடுத்துக்கொண்டு, அவற்றின் பண்புகள் முழுவதையும் ஆராய்ந்து வந்தார்கள். அதனால் அவர்கள் எந்த விதமான ஒரு நல்ல முடிவிற்கும் வர இயலவில்லை. ஆனால், மெண்டெல் பரிசோதனைக்காக, ஒரே ஓர் அலீல் (allele) மட்டும் ஆய்விற்கு எடுத்துக்கொண்டு, இப் பண்பு எவ்வாறு பின்வரும் சந்ததிகளில் தோன்றுகின்றது என்று ஆராய்ந்தார்; ஒவ்வொரு கலவியிலும் (cross) பல செடிகளை வளர்த்து, அவற்றின் எண்ணிக்கையையும், அவற்றில் உள்ள பாரம்பரியப் பண்புகளையும் எண்ணிக் கணக்கிட்டுப் புள்ளியல் அடிப்படையில் தம் முடிவுகளை வெளியிட்டார். எனவே, மெண்டெல் ஒருவர்தாம் பாரம்பரியத்தினை அளவிடத்தக்க எண்ணிக்கையின் (measurable numbers) அடிப்படையில் கண்டு பிடித்தார்.

ஆய்வுகள் : மெண்டெல் தமது பரிசோதனைகளுக்குப் பட்டாணிக்கடலைச் செடிகளை எடுத்துக்கொண்டது, மற்றொரு சாதகமான நிலை ஆகும். இச் செடிகளை எளிதில் தோட்டத்தில் பயிரிட முடியும். இச் செடிகளின் வாழ்வுக்காலம் குறுகியது. ஆகையினால், ஓராண்டிற்குள் இரு தலைமுறைச் செடிகளை வளர்க்க இயலும். இவர் இச் செடிகளில் கீழ்க்காணும் எதிரிடைப் பண்புகளைப் பரிசோதனைக்கு எடுத்துக்கொண்டார்:

1. முதிர்ந்த விதையின் உருவம் : உருண்டையானது அல்லது சுருங்கியது.
2. வித்திலைகளின் நிறம் : மஞ்சள் அல்லது பச்சை.

3. விதைத்தோலின் நிறம்: சாம்பல் அல்லது வெள்ளை,

4. விதைகள் உள்ள கனியின் உருவம்: தட்டையானது அல்லது விதைகளுக்கிடையே சுருங்கியுள்ளது.

5. காயின் நிறம்: பச்சை அல்லது மஞ்சள்.

6. பூக்கள்: தாவர அச்சில் **(axis of the plant)** அமைந்திருக்கும் அல்லது நுனியில் அம்பெல் மஞ்சரியைப் போல் **(umbel inflorescence)** காணப்படும்.

7. தண்டின் நீளம்: குட்டை அல்லது நெட்டை.

அதிர்ஷ்ட வசமாக, **மெண்டெல்** தேர்ந்தெடுத்த பண்புகள் யாவும் விஞ்சுதன்மை **(dominant)** பெற்றவையாக இருந்தன. இச் செடிகளில் பொதுவாகத் தற்கருவுறுதல் **(self-fertilisation)** முறையில் கனி, விதைகள் உண்டாகின்றன. இது **மெண்டெலின்** கலப்புயிரிப் பயிர் முறைக்கு **(hybridisation)** ஏற்றதாக உள்ளது. ஒரு குறிப்பிட்ட பண்புகளுடைய மற்றொரு செடியின் சூலக முடியில் சேர்த்துச் செயற்கை முறையில் அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை நிகழ்த்த முடியும். மாறுபட்ட எதிரிடைப் பண்புகளைக்கொண்ட இரு தாவரங்களின் கலவிகளிலிருந்து உண்டான சந்ததிக்குக் கலப்புயிரி **(hybrid)** என்று பெயர். இக் கலப்புயிரியின் பண்புகளை ஆராய்ந்து, அவற்றைத் தன்மகரந்தச் சேர்க்கை முறையில் கலந்து, இரண்டாம் மகட்சந்ததியை **(second filial generation)** உண்டாக்கி, அவற்றின் பண்புகளையும் ஆராய்ந்து, சில அடிப்படையான கொள்கைகளை உருவாக்கினர்.

ஒரு பண்புக் கலப்புயிரி விகிதம் (Monohybrid Ratio): மெண்டெல் தமது பரிசோதனைக்குக் குட்டைச்செடிகளையும் நெட்டைச் செடிகளையும் எடுத்துக்கொண்டு கலவி செய்வித்தார். முதல் மகட் சந்ததியில் **(first filial generation)**, நெட்டைச்செடிகளையே தந்தன. இச் செடிகளின் பூக்களைத் தன்மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழுமாறு செய்வித்து, இவற்றிலிருந்து உண்டாகிய செடிகள் இரண்டாவது மகட்சந்ததியைச் சேர்ந்தவை என்று சொல்லப்படும். முதல் மகட்சந்ததியைச் சேர்ந்த செடிகள் யாவும் நெட்டையாயும், இரண்டாவது மகட்சந்ததியைச் சேர்ந்த செடிகளில் 3 பங்கு நெட்டைச்செடிகளும், ஒரு பங்கு குட்டைச்செடிகளும் காணப்பட்டன.

மெண்டெலின் விளக்கம்: பெற்றோர்களுடைய பண்புகள் பிள்ளைகளுக்குக் கேமீட்டுகளின் மூலம் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. பெற்றோருடைய பண்புகள் அவற்றின் கேமீட்டுகளில் அடங்கியுள்

னை. இக்கேமீட்டுகள் இணைந்து புதிய உயிரினம் உண்டாகும்போது அப் புதிய உயிரினம் பெற்றோர்களின் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளது. ஏதோ ஒரு பொருள் பெற்றோர்களின் பண்புகளைப் பிள்ளைகளுக்குக் கொண்டுவர ஆதாரமாக உள்ளது. அத்தகைய ஏதோவொரு பொருளுக்கு மெண்டெல் 'காரணி' (**factor**) என்று பெயரிட்டார். உதாரணமாக, உண்மையான நெட்டைச்செடி தனது கேமீட்டு களில் நெட்டைத் தன்மைக்குரிய காரணியைப் பெற்றிருந்தது. அதே மாதிரியாக உண்மையான குட்டைச்செடியும் தனது கேமீட்டுகளில் குட்டைத் தன்மைக்குரிய காரணியைப் பெற்றிருந் தது. நெட்டைக் குட்டைச்செடிகளின் கேமீட்டுகள் இணைந்து உண்டாகிய புதிய உயிரினத்தில் இரு பண்புக் காரணிகளும் சம அளவில் கலந்து உண்டாகியிருந்த போதிலும், ஒரு பண்புக் காரணி மட்டும் வெளிப்படுகிறது. இதற்குக் காரணம், நெட் டைத் தன்மைக்குரிய காரணி விஞ்சுதன்மை பெற்றுள்ளது (**domi-nent**); குட்டைப் பண்புக்குரிய காரணி அடங்குதன்மை (**recessive**) பெற்றது. இரண்டாம் மகட்சந்ததிச் செடிகளில் நெட்டை, குட்டைச்செடிகள் 3 : 1 விகிதத்தில் தோன்றுகின்றன. இச் சந்ததியில் குட்டைச்செடிகள் தோன்றுவதிலிருந்து குட்டைத் தன்மைக்குரிய பண்பு, முதல் மகட்சந்ததியில் அடக்கியாளப் பெற்றதால், மறைந்திருந்து மீண்டும் வெளிப்படுகிறது என்பது தெரிய வருகிறது.

ஒரு பண்புயிரி விகிதத்தைக் கீழ்க்காணும் குறியீடுகளைக் கொண்டு விளக்கலாம் :

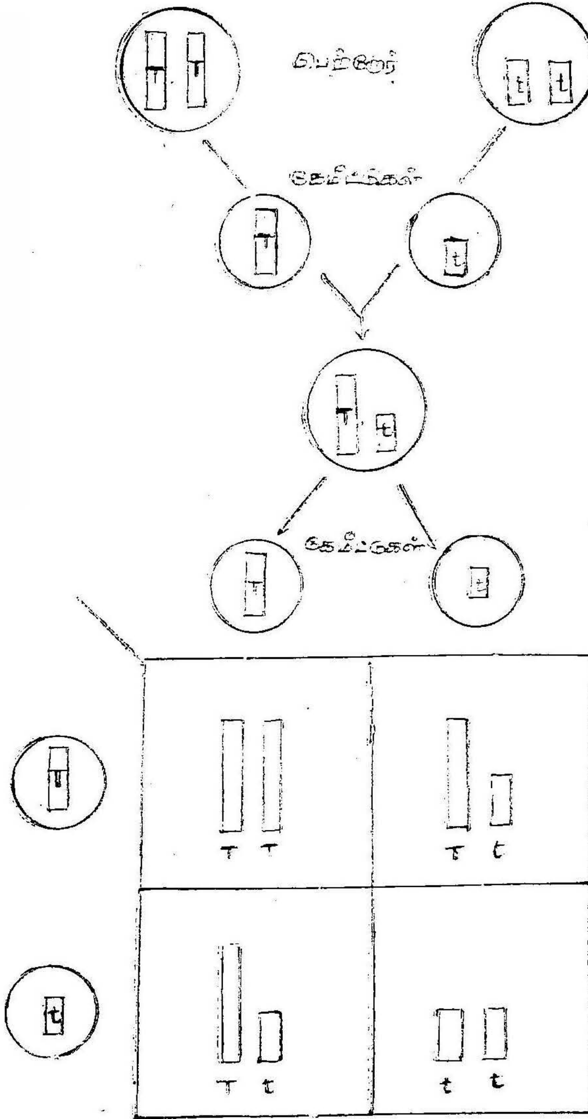
பரிசோதனைக்கு முதலில் எடுத்துக்கொண்ட உண்மையான நெட்டைச்செடிகள் **TT** என்ற இருவகை நெட்டைப் பண்புக்குரிய காரணிகள் அல்லது ஜீன்களையும், உண்மையான குட்டைச் செடியில் இரு குட்டைப் பண்புக்குரிய **tt** ஜீன்களும் அமைந் துள்ளன. நெட்டைச்செடியிலிருந்து நெட்டைப் பண்புக்குரிய **T** ஜீன் அமைந்த கேமீட்டும், குட்டைச்செடியிலிருந்து குட்டைப் பண்புக்குரிய **t** ஜீனும் இணைந்து, **Tt** என்ற ஜீன்களோடு கூடிய F_1 கலப்புயிரி உண்டாகிறது. இதில் விஞ்சுதன்மை பெற்ற **T** ஜீன் அடங்கு தன்மை பெற்ற **t** ஜீனை அடக்கியாளுகிறது. இதனால் F_1 கலப்புயிரிகள் யாவும் நெட்டைச்செடிகளாகவே உள்ளன.

F_1 கலப்புயிரி இருவிதமான கேமீட்டுகளை உண்டாக்கு கின்றன. F_1 கலப்புயிரி நெட்டை, குட்டைப் பண்புகளுக்குரிய **Tt** என்ற ஜீன்கள் ஒன்றாக இணைந்து காணப்பட்ட போதிலும், கேமீட்டுகள் உண்டாகும்போது இவ்விரு பண்புகளும் பிரிந்து, ஒதுங்கித் தனித்தனியான கேமீட்டுகளை உண்டாக்குகின்றன.

அதாவது, கலப்புயிரியிலிருந்து தோன்றும் பாதி கேமீட்டுகளில் நெட்டைப் பண்புக்குரிய **T** கேமீட்டும், மறுபாதி கேமீட்டுகளில் குட்டைப் பண்புக்குரிய **t** கேமீட்டும் உள்ளன. எனவே, ஒரு கேமீட் ஒரு ஜீனைப் பொறுத்தமட்டில் உண்மையானது ; தூய்மையானது ; கலப்பற்றது. இதற்குக் கேமீட்டுகளின் தூயதன்மை **(purity of gametes)** என்று பெயர்.

நெட்டை, குட்டைப் பண்புகளை **Tt** இணைந்திருந்த கலப்புயிரியிலிருந்து கேமீட்டுகள் தோன்றும்போது, பாதி நெட்டைப் பண்பு **T** ஜீனுடைய கேமீட்டுகளும், பாதிக்குட்டைப் பண்பு **t** ஜீனுடைய கேமீட்டுகளும், பண்பில் முறையாகப் பிரிந்து ஒதுங்குவதையும் காண்கிறோம். F_1 கலப்புயிரியின் இவ்விதமான கேமீட்டுகள் இணைந்து F_2 சந்ததித் தாவரங்கள் உண்டாகும்போது, புறத்தோற்றத்தில் **(phenotype)** 3 நெட்டைச்செடிகள் : 1 குட்டைச் செடி என்ற விகிதத்தில் உண்டாகின்றன. ஆனால், பாரம்பரியப் பண்பினைப் பிறகலவியின் மூலம் ஆராய்ந்ததில் இரு நெட்டைப் பண்பு ஜீன்களைப் பெற்ற **TT** ஓர் உண்மையான நெட்டைச்செடியும், ஒரு நெட்டைப் பண்பு ஜீனும், ஒரு குட்டைப் பண்பு ஜீனும் சேர்ந்து பெற்றுள்ள **Tt** என்ற இரு கலப்புயிரி நெட்டைச்செடிகளும் இரண்டும் குட்டைப் பண்பு ஜீன்களுள்ள **tt** உண்மையான குட்டைச்செடியும் காணப்படும். எனவே F_2 மகட்சந்ததியின் மரபுவழி விகிதம் **(genotypic ratio) I TT : 2 Tt : 1 tt** என்பதாகும்.

இரு பண்புக் கலப்புயிரி விகிதம் (Dihybrid Ratio) : இரு எதிரிடைப் பண்புகளுடைய தாவரங்களை **(allelomorphs)** கலப்புயிரி முறையின் மூலம் உண்டாக்கி, அப் பண்புகள் எவ்வாறு பின்வரும் சந்ததிகளில் தோன்றுகின்றன என்று **மெண்டெல்** ஆராய்ந்தார். இவர் உண்மையான மஞ்சள் உருண்டை (YYRR) விதைச்செடிகளையும், பச்சை சுருங்கிய **(yyrr)** விதைகளுடைய செடிகளையும் கலவிகள் செய்து பார்த்தார். இவ்விரு செடிகளிலும் (YR) (yr) என்ற கேமீட்டுகளும் இணைந்து F_2 கலப்புயிரி (Yy Rr) உண்டாகிறது. மஞ்சள் உருண்டைப் பண்புகள் விஞ்சுதன்மை பெற்றிருப்பதால், F_1 செடிகளின் விதைகள் மஞ்சள் உருண்டையாகவே இருந்தன. F_1 கலப்புயிரியில் YR, Yr, yR, yr என்ற நான்கு விதமான கேமீட்டுகள் உண்டாகின்றன. எதிரிடைப் பண்புகளுக்குரிய நேரடியான ஜீன்களான Yy-ம், Rr ஜீன்களும் தன்னிச்சையாகப் பிரிந்து ஒதுங்குகின்றன. **Yy** என்ற எதிரிடைப் பண்புக்குரிய ஜோடி ஜீன்களில் **Y** ஜீன் ஒரு கேமீட்டிலும், **y** ஜீன் மற்றொரு கேமீட்டிலும் இருக்கும். இவ்விரு ஜீன்களும் சேர்ந்து ஒரே கேமீட்டில் காணப்படுவதில்லை. நிறத்திற்குரிய ஜீனில் ஒன்று **Y** அல்லது **y**, வடிவத்திற்



படம் 76. ஒரு பண்புக் கலப்புயிரியை விளக்குதல்

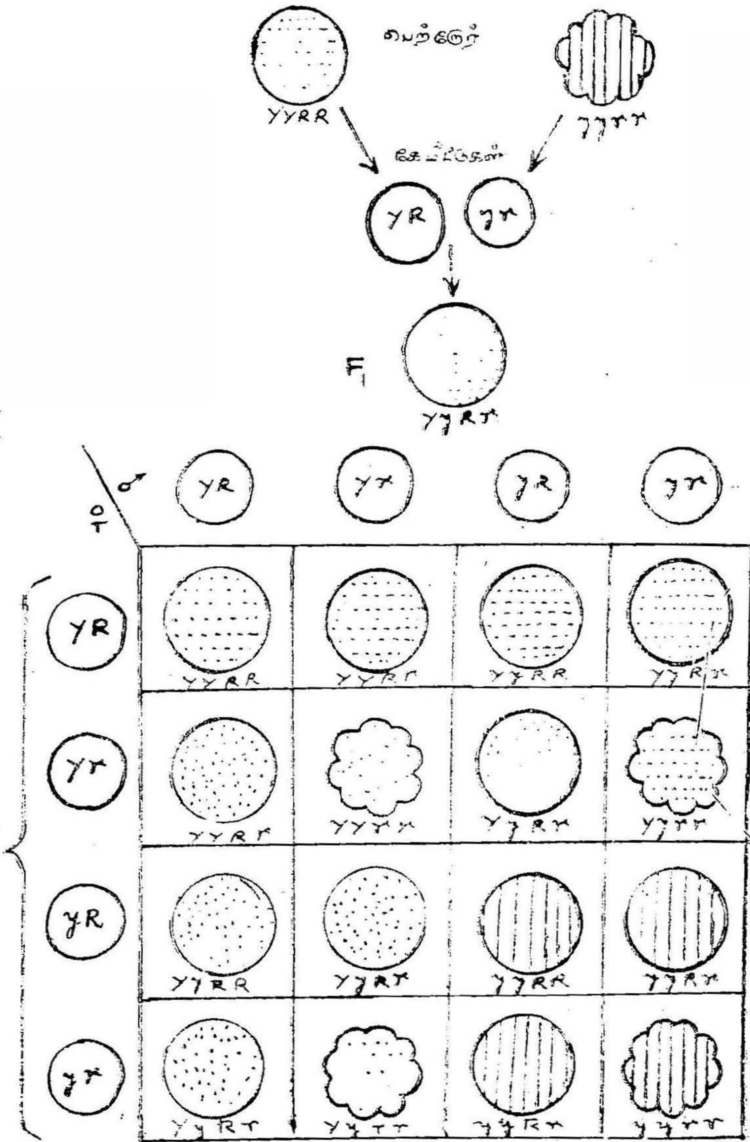
குரிய ஜீனில் R அல்லது r உடன் சேர்ந்து கேமீட்டுகளில் காணப்படும். F_1 கலப்புயிரியிலிருந்து கேமீட்டுகள் உண்டாகும்போது ஜீன்களின் மீள்சேர்க்கை (recombination) நடைபெறுகிறது. இந்த மீள் சேர்க்கை கேமீட்டுகளை உண்டாக்கும் பெற்றோர்ச் சந்ததியில் எவ்விதமாக ஜீன்கள் சேர்ந்து அமைந்திருந்தன என்பதைப் பொருட்படுத்தாமல் தன்னிச்சையாக நடைபெறுகிறது. எனவே, இதற்குத் தன்னிச்சையான ஒதுங்குமுறை (independent assortment) என்று பெயர். இதனால் 16 விதமான சேர்க்கைகள் (combinations) உண்டாகின்றன. இரண்டாம் மகட்சந்ததியில் 9 மஞ்சள் உருண்டை : 3 மஞ்சள் சுருக்கம் : 3 பச்சை உருண்டை : 1 பச்சை சுருக்க விதைகளுடைய செடிகள் காணப்பட்டன. இப் பதினாறு செடிகளில் முதலில் கலவைக்கு எடுத்துக்கொண்ட மஞ்சள் உருண்டைச் செடிகள் 9-ம், பச்சை சுருங்கிய விதைகளுடைய செடி 1-ம் காணப்படுகின்றன. இவற்றைத் தவிர, புதிய சேர்க்கையான 3 மஞ்சள் சுருக்கமுள்ள செடிகளையும், 3 பச்சை உருண்டையான விதைச் செடிகளையும் காணலாம். இதிலிருந்து பெறப்படுவது யாதெனில், 'ஒவ்வொரு பண்புக்குரிய ஜீனும் ஒரு தனி அலகாக (unit) இயங்குகிறது. ஒவ்வொரு ஜீனும் தன்னிச்சையாகச் சந்ததிகளில் பிரிகிறது; மற்றொரு ஜீனுடன் சேர்கிறது' என்று அறியலாம்.

மெண்டெலின் பாரம்பரிய விதிகள் : (Mendel's Law of Heredity): மெண்டெல் பரிசோதனைகள் செய்து கண்டுபிடித்த உண்மைகளைச் சில விதிகளின் மூலமாக விளக்கினார். இவையே பின்னர் மெண்டெலின் பாரம்பரிய விதிகள் என்று பேரும் புகழும் பெற்றன.

முதல் விதி - பண்புகளின் அலகு விதி (Law of Unit Characters): உயிரினத்தின் பண்புகளுக்கு அடிப்படையாக அமைந்தவையும், பாரம்பரியத்தில் கட்டுப்படுத்தவும் கூடிய காரணிகள் ஜோடியாக அமைந்துள்ளன.

இரண்டாவது விதி-விஞ்சு தன்மை விதி (Law of Dominance): ஒரு ஜோடி எதிரிடைப் பண்புகளில் ஒரு பண்பு மற்றொரு பண்பினை அடக்கியாளும். இப் பண்பு விஞ்சுதன்மை பெற்ற பண்பு என்றும், மற்ற பண்பு அடங்கு பண்பு (recessive) என்றும் பெயர் பெறும்.

மூன்றாவது விதி-தனித்துப் பிரியும் விதி அல்லது கேமீட்டுகளின் தூய தன்மை விதி (Law of Segregation or Law of Purity of Gametes) : விலங்குகளில் கேமீட்டுகள் உண்டாகும்போதும், தாவரங்களில் ஸ்போர்கள் உண்டாகும்போதும்] இணைந்திருந்த



இரு பண்புக் கலப்புயிரின் விளக்கப் படம்

படம் 77.

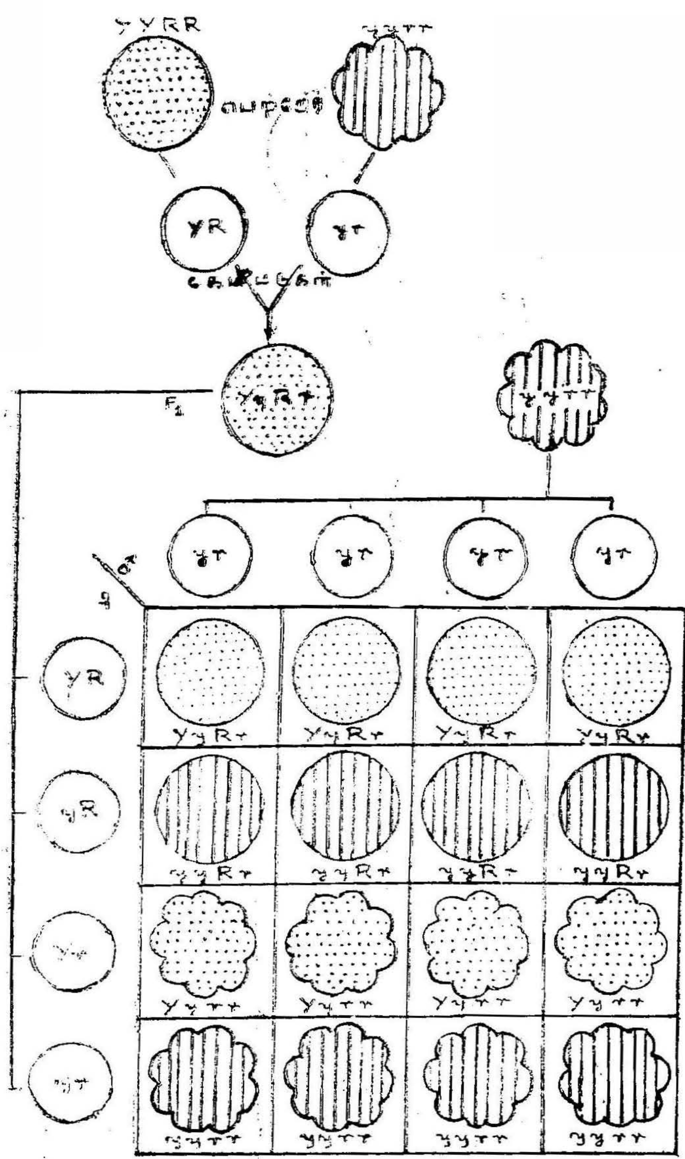
இரு பண்புகள் தனியாகப் பிரிந்து, ஒவ்வொரு கேமீட்டைப் பொறுத்தவரையிலும் ஒரு பண்பு சென்று அடையும்.

நான்காவது விதி-தன்னிச்சையாகப் பிரிந்து ஒதுங்கும் விதி (Law of Independent Assortment) : பண்புகளைக் கட்டுப்படுத்தும் பல காரணிகளைக்கொண்ட கலவியைச் செய்யும்போது, ஒரு பண்பினை உருவாக்கும் ஒரு காரணி, மற்றக் காரணிகளிலிருந்தும் தன்னிச்சையாக நடந்துகொள்ளுகிறது: கருவுறுதலின்போது தன்னிச்சையாக மற்றொரு பண்புடைய கேமீட்டுடன் இணைகிறது. இதனால் கருவுற்ற ஸைகோட்டின் பண்புகள் பெற்றோர்களின் பண்புகளுக்கு ஒத்திருக்க வேண்டும் என்பதில்லை.

கலப்புயிரியின் சோதனைக் கலவை (The Test Cross of the Hybrid) : F_1 கலப்புயிரித் தாவரத்தை இரு பண்புகளிலும் அடங்குதன்மை பெற்ற தாவரத்துடன் கலப்பதற்குச் சோதனைக் கலவை என்று பெயர். இதனால் மெண்டெலின் தனித்துப் பிரிந்து ஒதுங்கும் விதி சரியாக உள்ளதா என்று பார்த்துக் கொள்ளலாம். இரு பண்புக் கலப்புயிரியின் Yy Rr என்ற ஜீன்களுடைய F_1 சந்ததி Yr, yR, Yr, yr என்ற கேமீட்டுகளைச் சம எண்ணிக்கையில் உண்டாக்குகிறது. இரு பண்புகளிலும் அடங்கு தன்மை பெற்ற yy rr என்று பெற்றோர்ச் செடி yr என்ற அடங்கு தன்மை பெற்ற ஒரேவிதமான கேமீட்டுகளை உண்டுபண்ணுகின்றது. இவ்விரண்டு செடிகளையும் கலந்தால், 1 மஞ்சள் உருண்டை, 1 பச்சை உருண்டை, 1 மஞ்சள் சுருக்கம், 1 பச்சைச் சுருக்கம் என்று எதிர்பார்த்த நான்கு விதமான செடிகள் உண்டாகின்றன.

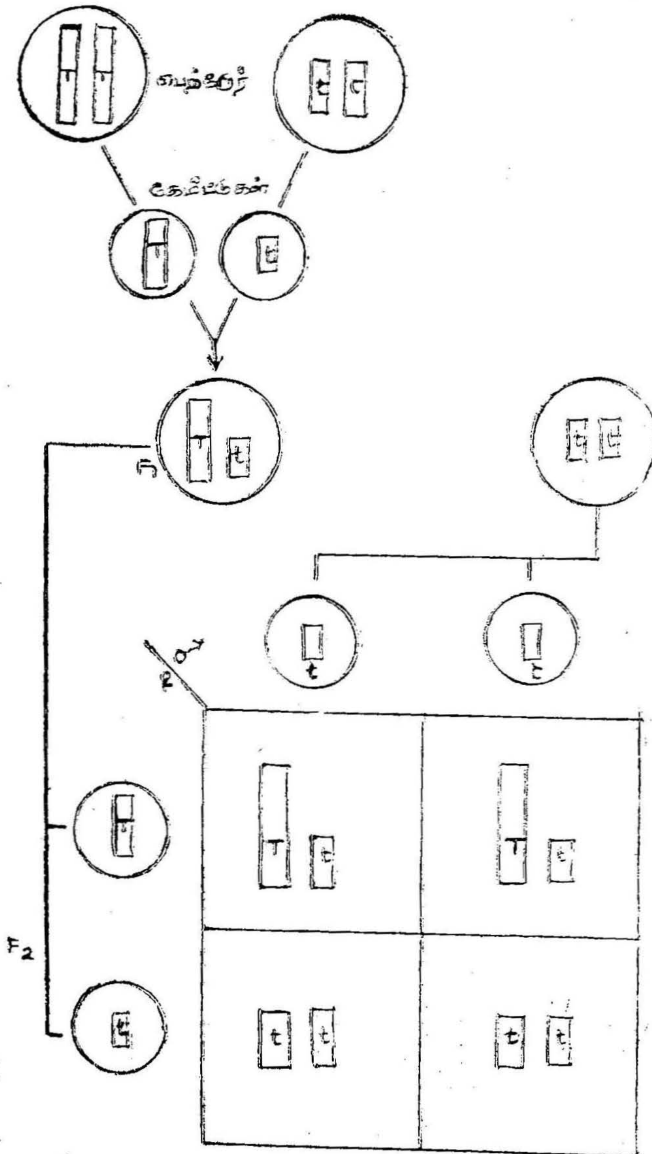
ஒரு பண்புக்கலப்புயிரி விகிதத்தில் உண்மையான TT நெட்டைச்செடியையும், உண்மையான tt குட்டைச்செடியையும் கலக்கும்படி செய்கிறோம். இதில் Tt உடைய நெட்டைச்செடி F_1 கலப்புயிரியாகக் கிடைக்கும். இதை மீண்டும் அடங்குதன்மையுடைய tt குட்டைச்செடியுடன் கலந்தால், பாதிச் செடிகள் நெட்டையாகவும், பாதிச் செடிகள் குட்டையாகவும் காணப்படும். இங்ஙனம் கலப்புயிரியை உண்மையான அடங்குதன்மை பெற்ற பெற்றோருடன் கலப்பதற்குப் பிற்கலவி அல்லது சோதனைக்கலவி என்று பெயர்.

முழுமை பெறாத விஞ்சு தன்மை (Incomplete Dominance): ஒரு பண்புக் கலப்புயிரிச் சோதனையில் ஓர் உண்மையான TT நெட்டைச்செடியும், ஓர் உண்மையான குட்டைச்செடியும் (tt) கலந்து உண்டாகிய கலப்புயிரியில் நெட்டைப் பண்புக்குரிய T



இருபண்புக் கலப்புயரிப் பிற்கலவி.

படம் 78.



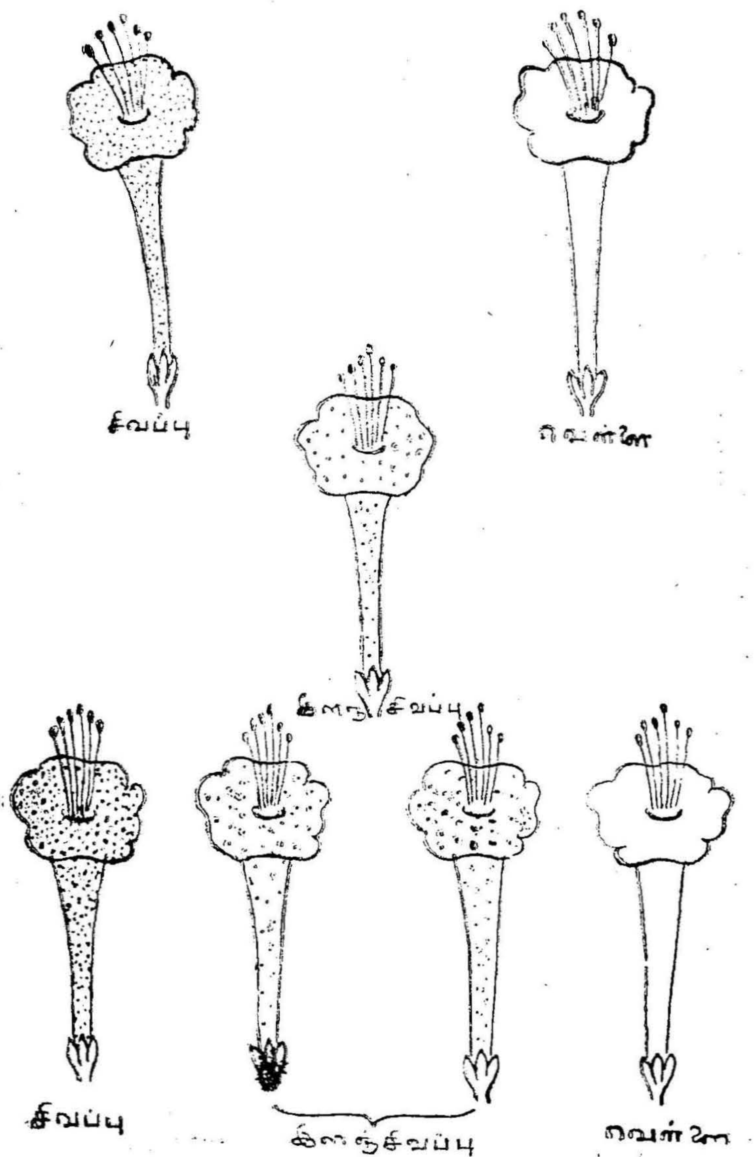
படம் 79. ஒரு பண்புக் கலப்புயிரின் பிற்கலவி

என்ற ஜீனும், குட்டைப்பண்புக்குரிய t என்ற ஜீனும் இணைந்து, Tt ஆகக் காணப்பட்டாலும், புறத்தோற்றத்தில் T என்ற ஜீன் விஞ்சுதன்மை பெற்றிருப்பதால், கலப்புயிரிகள் யாவும் நெட்டைச் செடிகளாகவே காணப்படுகின்றன. நெட்டைப் பண்புக்குரிய T ஜீன், குட்டைப் பண்புக்குரிய t ஜீனை முற்றிலும் அடக்கி யாளுகிறது. இதனால் குட்டைப் பண்பு வெளியே தெரிவதில்லை. குட்டைப் பண்பிற்குரிய t ஜீன் முற்றிலும் அடக்கியாளப்பட்டு, நெட்டைப் பண்பிற்குரிய T ஜீன் முற்றிலும் விஞ்சுதன்மை பெற்றிருப்பதற்கு **முற்றுப் பெற்ற விஞ்சுதன்மை** (**complete dominance**) என்று பெயர். இத்தகைய முற்றுப் பெற்ற விஞ்சு தன்மை எப்பொழுதும் எல்லாக் கலவிகளிலும் காணப்படுவதில்லை.

உதாரணமாக, **அந்தி** மந்தாரைச்செடியில் (mirabis jalaba) வெள்ளைப் பூவுடைய வகையும் (**white flowered variety**), சிவப்புப் பூவுடைய வகையும் (**red flowered variety**) காணப்படுகின்றன. இவ்விரண்டு செடிகளும் சிவப்பு நிறத்திற்கும் (RR), வெள்ளை நிறத்திற்கும் (**rr**) உண்மையானவை. இவற்றில் **RR** உடைய சிவப்பு நிறம் விஞ்சுதன்மை பெற்றது ; **rr** உடைய வெள்ளை நிறம் அடங்குதன்மையுடையது. சிவப்புப் பூக்களுடைய **RR** செடி களும், வெள்ளைப் பூக்களையுடைய **rr** செடிகளும் கலக்கும்போது, F_1 கலப்புயிரியில் **Rr** பெற்ற சிவப்புப் பூக்களுடைய செடிகளை எதிர்பார்க்கிறோம். ஆனால் உண்மையில் கலப்புயிரி, பெற்றோர் களைப்போல் சிவப்பு நிறமாகவும் இருப்பதில்லை ; வெள்ளை நிற மாகவும் இருப்பதில்லை; இரண்டு நிறங்களுக்கும் இடைப்பட்ட தான இளஞ்சிவப்பு (**pink**) நிறத்தில் காணப்படுகிறது. விஞ்சு தன்மை முற்றுப்பெற்றதாக இருந்தால், F_1 கலப்புயிரிச் செடிகளின் பூக்கள் யாவும் சிவப்பு நிறமாக இருத்தல் வேண்டும். விஞ்சு தன்மை முற்றுப்பெறாததனால், இரு பெற்றோர்களின் சிவப்பு நிறமும் வெள்ளை நிறமும் கலந்து உண்டாகிய இளஞ்சிவப்பு நிறப் பூக்களையுடைய F_1 கலப்புயிரிச் செடிகள் உண்டாகின்றன. இதற்கு **முற்றுப்பெறாத விஞ்சுதன்மை** என்று பெயர்.

விஞ்சுதன்மைப் பண்பின் தோற்றம் : உயிரினங்களில் காணும் விஞ்சுதன்மைப்பண்பு எவ்வாறு ஏற்பட்டிருக்கும் என்பதற்குப் பல அறிஞர்கள் பலவிதமான கருத்துகளைக் கூறியுள்ளார்கள்.

1. பேட்சனும் பன்னெட்டும் (Bateson and Punnet) உரு வாக்கிய 'இருத்தல் - இல்லாதிருத்தல்' (**presence or absence**) கோட்பாட்டின்படி 'அடங்குதன்மை' என்பது விஞ்சுதன்மை இல் லாததனால் உண்டாகும். குறை (**deficincy**), மீளும் சடுதிமாற்றம்



படம் 80. அந்திமந்தாரையின் முற்றுப்பெறாத விஞ்சுதன்மை

(reversible mutations) முதலிய பல விஞ்சுதன்மைப் பலன்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதற்குப் பிற்பாடு இக் கருத்து வலிமை யிழந்தது.

2. ஃபிஷர் (Fisher) என்பவர் உருவாக்கிய கருத்தாவது: ''பெரும்பாலான சடுதிமாற்றங்கள் தீங்கு விளைவிப்பவை. அவை 'இயல்பான' (natural) அல்லது 'இயற்கைவாழ்' (wild type) இனங்களுக்கு அடங்குதன்மை பெற்றவை. சடுதிமாற்றங்கள் தீங்கு விளைவிப்பன ஆயினும், உயிரினங்களில் மீண்டும் மீண்டும் தோன்றுகின்றன. ஒரு தாவரத்தில் முதன்முதலாகச் சடுதி மாற்றம் நிகழும்பொழுது மாற்றுப் பண்புடைய ஸைகோட் (heterozygous zygote) இரு ஒத்த பண்புகளுடைய ஸைகோட்டு களுக்குப் (homozygous zygotes) புறத்தோற்றத்தில் இடை நிலையாக உள்ளது. மாறும் காரணிகளில் தேர்வு நிகழ்வதனால், விஞ்சுதன்மை உண்டாகிறது. இது இடைநிலையான மாற்றுப் பண்புடைய ஸைகோட்டை ஒத்த பண்புடைய இயற்கைவாழ் இனத்தை நோக்கித் தள்ளுகிறது. இக் கோட்பாட்டிற்கும் பல எதிர்ப்புகள் தோன்றின.

3. ரைட் என்பவரின் விஞ்சுதன்மைச் செயலியல் கோட் பாட்டில் (Physiological Theory of Dominance) இயல்பான அல்லது இயற்கையாக உள்ள ஜீன் செயல்திறனுடையது. ஆனால், தீமை விளைவிக்கும் சடுதிமாற்றங்கள் குறையாக அல்லது முழுமை யாக ஜீனின் செயலை இழக்கச் செய்கிறது. செயல்திறனுடைய இயற்கையாக உள்ள எதிரிடைப் பண்பு, தீமை விளைவிக்கும் சடுதிமாற்றம் இருக்கும்போதே வெளிப்படுகிறது. ஜீன்கள் வேதிச் செயல்களை ஊக்குவிக்கும் நொதிகளைக் கட்டுப்படுத்து கின்றன. நொதிப் பொருள்களின் செயல் வீதம் நொதிகளின் செறிவையும், தளப்பொருள்களையும் பொறுத்து அமையும். வேற்றுப் பண்புடையதில் உள்ள இயல்பான தனி ஜீன், உயர்ந்த அளவு செயல்கள் நடைபெறத்தக்க நொதிகளை உண்டாக்கினால், மாற்றுப் பண்புடைய ஸைகோட் ஒத்த பண்புடைய ஸைகோட் டாக மாறி, விஞ்சுதன்மை நிறைவு பெறுகிறது. அது போது மான அளவு நொதிகளை உற்பத்தி செய்யாவிடில், விஞ்சுதன்மை நிறைவு பெறாது; நொதிகள் எந்த அளவிற்கு இருக்கின்றனவோ, அந்த அளவிற்கு மாற்றுப் பண்புடைய ஸைகோட் ஒத்த பண் புடைய ஸைகோட்டை ஒத்திருக்கும்.

4. ஹால்டேன் (Haldane) என்பவர் உருவாக்கியதும் செய லியல் கோட்பாடு ஆகும். சிறந்த முறையில் தேர்வு நடப்பதால், விஞ்சுதன்மை உண்டாகிறது. குறைந்த செயல்திறனுடையதை

விட அதிகமான செயல்திறனுடைய எதிரிடைப் பண்பினைத் தேர்வு (selection) ஆதரிக்கிறது. குறைந்தபட்சம் இரு நொதிகளை உண்டாக்கும் எதிரிடைப் பண்பின் பாதுகாப்புக் காரணியைத் (safety factor) தேர்வு ஆதரிக்கும். ஏனெனில், சாதாரணமாக இரு ஜீன்கள் செய்யும் வேலையை ஒரு ஜீன் செய்து முடிக்க முடியும் என்பது இக் கோட்பாட்டின் கருத்தாகும்.

5. பிளான்கெட் (Plankett) என்பவரும், முல்லர் (Muller) என்பவரும் உருவாக்கிய கருத்தாவது:

தேர்வு எப்போதாவது நிகழும்; மாற்றுப் பண்புடைய ஸைகோட்டில் தேர்வு நிகழுவதில்லை. ஆனால் இயற்கையாக உள்ள ஒத்த பண்புடைய ஸைகோட்டில் தேர்வு நடைபெறுகிறது. இயற்கையாக உள்ள தோற்றத்தை உறுதிப்படுத்தும் எல்லாவித மான சூழ்நிலைப் பாரம்பரிய வற்புறுத்தல்களுக்கும் (stresses) மாறும் காரணிகளிலிருந்து தேர்வு நடைபெறுகிறது. இக் கோட்பாட்டின்படி, எப்போதாவது தோன்றும்] தீமை விளைவிக்கும் பலன்களை அமுக்குவதற்காகவே மாற்றுபவை (modifiers) தேர்ந்தெடுக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் இயற்கையாக வாழ்கின்ற வகையினுக்கு ஒரு பாதுகாப்புக்காரணியை உண்டாக்க, மாற்றுபவை தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன.

மெண்டெலின் கொள்கைகளை ஆதரித்த அறிஞர்கள் : வில்லியம் பேட்சன் (William Bateson, *1861-1926*) என்பவர் மெண்டெலின் கருத்துகளை ஆதரித்துப் பரப்பினர். கேம்பிரிட்ஜில் **ஸாண்டர்ஸ்** (Saunders), **பன்னெட்**, **டர்ஹாம்** (Durham), **மாரியாட்** (Marryatt), ஜெர்மன் நாட்டின் **காரென்ஸ்**, ஆஸ்திரியா நாட்டின் **ஷெர்மாக்**, பிரெஞ்சு நாட்டின் **குயூனட்** (Cuenot), ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளின் **கேஸ்ல்** (Castle), **தாவன்போர்ட்** (Davenport) முதலானோர் மெண்டெலின் கருத்துகளை மேலும் ஆராய்ந்து உறுதிப்படுத்தினர்கள்.

பட்டாணிச்செடியைப் பற்றிய மெண்டெலின் ஆய்வுக் கருத்துகளை அவரைச்செடியில் **ஷெர்மாக்கும்**, மக்காச்சோளம் மற்றும் 12 தாவரங்களில் **டி விரிஸும்** சோதனை செய்து உண்மை என்று ஒப்புக்கொண்டனர்.

அடுத்து அக்கால அறிஞர்களின் பிரச்சினைக்குரியதாக இருந்தவை 'கூட்டுப் பண்புகள்' (Compound Characters) என்ற ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஜோடி ஜீன்கள் சேர்ந்து உருவாக்கிய ஒரு பண்பினைப் பற்றியதாகும்.

பேட்சனும் பன்னெட்டும் இரு பண்புக் கலப்புயிரி விகிதத்தில் மாறுபட்ட மெண்டெலின் விகிதங்களான 9:3:4:9:7 என்ற விகிதங்களைக் கண்டுபிடித்தனர். முதலில் இந்த விகிதங்கள் மெண்டெல் பட்டாணிச்செடியில் கண்ட 9:3:3:1 என்ற விகிதத்திற்கு மாறுபட்டிப்பது போல் தோன்றினும், பின்னர் இவை ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஜோடி ஜீன்கள் ஒரு பண்பினை உருவாக்குவதனால் உண்டாகியவை என்று அறிகிறோம்.

புதிய கண்டுபிடிப்புகள் ஏற்பட ஏற்பட, புதிய சொற்களும் தேவைப்பட்டன. பேட்சன் இக் காலத்தில்தான் ஜெனிடிக்ஸ் **(Genetics)** என்ற சொல்லினை மரபியலுக்குப் பயன்படுத்தினர். மற்றும் இக் காலத்தில் ஸைகோட், ஹோமோஸைகோட் **(homozygote)**, ஹிடெரோஸைகோட் **(heterozygote)**, அல்லிலோமார்ஃப் **(allelomorph)** ஆகிய சொற்களையும் கண்டுபிடித்தார்கள். ஜீன் என்ற சொல்லை 1909ஆம் ஆண்டில் ஜொஹான்சன் **(Johannson)** பயன்படுத்தினர். இதற்கு இணையாக இதே பொருள்பட மெண்டெல் மெர்க்மல் **(Merkmal)** என்ற சொல்லையும், பேட்சன் ஃபேக்டர் **(factor)** என்ற சொல்லையும் பயன்படுத்தினர்கள்.

(4) ஜீன்களும் குரோமோசோம்களும் (Genes and Chromosomes)

மெண்டெல் காலத்தில் குரோமோசோம்களைப் பற்றிய அறிவிற்கு வில்சன் **(Wilson)** என்பவர் எழுதிய 'பாரம்பரியத்திலும் வளர்ச்சியிலும் செல்' **(The Cell in Development and Inheritance)** என்ற நூல் ஆதாரமாக இருந்தது.

ஒவ்வோர் உயிரினத்திற்கும் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை நிலையானது. அஃது இரட்டிப்பு எண்ணிக்கையில் அமைந்திருக்கும். அவற்றில் ஒரு பகுதி விந்துவிலிருந்தும், மற்றொரு பகுதி முட்டையிலிருந்தும் வந்து இணைகிறது. செல்லின் உடலப்பகுப்பின் போது **(vegetative cell division)** ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் நீள்போக்கில் இரு சமப்பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன; அப்போது அவற்றில் அமைந்த நுண்மணிகளைப் போன்ற ஜீன்களும் சரிபாதியாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. விலங்குகளிலும், தாவரங்களிலும் கேமீட்டுகள் உண்டாகும்போது, குரோமோசோம்கள் எண்ணிக்கையில் குறைக்கப்படுகின்றன. குரோமோசோம்கள் பாரம்பரியப் பண்புகளைத் தாங்கி நிற்கின்றன. எனினும், பாரம்பரியத்தில் அமைந்த பல உண்மைகளையும், ஒரு நியூக்ளியஸில்

பல குரோமோசோம்கள் இருக்கலாம் என்று உண்மையினையும் அக் கால மக்கள் சரிவர அறிந்துகொள்ள முடியவில்லை.

1901ஆம் ஆண்டில் மாண்ட் கோமரி (Mont Gomery) என்பவரும், 1902ஆம் ஆண்டில் சட்டன் (Sutton) என்பவரும் குரோமோசோம்கள் குறிப்பிட்ட ஜதைகளாக உள்ளனவென்றும், அவற்றைப் பற்றி அளவு அமைப்புகளினால் பிரித்து உணரலாம் என்றும் கண்டுபிடித்தார்கள்.

1901ஆம் ஆண்டில் வினிவாடர் (Winiwater) என்பவர் முதல் குன்றல் பகுப்பில் (first meiotic division) தனித்தனிக் குரோமோசோம்கள் இணைந்து இரட்டைகளாகின்றன (bivalents) என்று கண்டுபிடித்தார்.

1902ஆம் ஆண்டில் பொவேரி (Bovery) என்பவர் வளர்ச்சிப் பலனில் குரோமோசோம்கள் மாறுபடும் என்றும், முழுமையான ஒரு கற்றையான ஒருமயக் குரோமோசோம்களின்றி, ஒருசெல் இயல்பான கருவினை உண்டாக்க முடியாது என்றும் கண்டுபிடித்தார்.

காரென்ஸ் 1902ஆம் ஆண்டில் கரு உண்டாவதற்குக் காரணமான இரு நியூக்ளியஸ்களும், எண்டோஸ்பெர்ம் (endosperm) உண்டாவதற்குக் காரணமான 3 நியூக்ளியஸ்களுடன் ஒத்தவை ; எனவே, கருவும் எண்டோஸ்பெர்மும் ஒரேமாதிரியானவை என்று கண்டுபிடித்தார்; மெகாஸ்போர் (megaspore) உண்டாகும் போதும், மகரந்தத்திலிருந்து ஆண் கேமீட்டிக் நியூக்ளியஸ் உண்டாவதற்கு முன்பும், தனித்துப் பிரிதல் நிகழ்கிறது என்று கண்டுபிடித்தார். இவர் குரோமோசோமில் ஜீன்கள் வரிசையாக அமைந்துள்ளன என்றும் கண்டுபிடித்தார்.

குரோமோசோமில் ஜீன்கள் அமைந்துள்ளதால், மெண்டெலியன் பிரிதலுக்கும், குரோமோசோம்கள் குறைவது இணையானது என்று கேனன் (Cannon, 1902) அறிவித்தார். குன்றல் பகுப்பின்போது தந்தையிலிருந்து பெற்ற குரோமோசோம்கள் ஒரு முனைக்கும் (pole), தாயிலிருந்து பெற்ற குரோமோசோம்கள் எதிர் முனைக்கும் செல்லுவதாகக் காரென்ஸ் கூறிய கருத்தினை இவரும் ஏற்றுக்கொண்டார்.

பால் கணிப்பில் (sex determination) X-குரோமோசோம்களுக்கு உள்ள உறவினை டபுள்யூ. எஸ். சட்டன் (W. S. Sutton, 1877-1916) கண்டுபிடித்தார் ; தாய்வழிக் குரோமோசோம்

களும், தந்தைவழிக் குரோமோசோம்களும் ஒன்றாக இணைந்து, பின்னர்க் குன்றல் பகுப்பின்போது பிரிகின்றன என்பதையும் கண்டுபிடித்தார்.

(5) இணைவு (Linkage)

இணைவு பற்றிய முதல் தகவலை 1900ஆம் ஆண்டில் காரென்ஸ் அறிவித்தார்.

பெரும்பாலான உயிரினங்களில் ஜீன்கள் பல்லாயிரக் கணக்கில் உள்ளன. ஆனால், குரோமோசோம்களோ குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில்தான் அமைந்துள்ளன. உதாரணமாக, டிரோசோஃபைலாப் பூச்சியில் (drosophila) நூற்றுக்கணக்கான ஜீன்கள் உள்ளன; ஆனால் 4 ஜோடி குரோமோசோம்கள்தான் உள்ளன. ஜீன்கள் அனைத்தும் குரோமோசோம்களில்தான் அமைந்துள்ளன. எனவே, ஒவ்வொரு குரோமோசோமிலும் பல ஜீன்கள் அமைந்துள்ளன. மாறுபட்ட குரோமோசோம்களில் ஜீன்கள் அமைந்திருந்தால்தான், ஜீன்கள் மெண்டெல் கண்டுபிடித்தபடி தன்னிச்சையாகப் பிரிந்து ஒதுங்கும்.

மெண்டெலின் தன்னிச்சையாகப் பிரிந்து ஒதுங்கும் விதிக்கு விதிவிலக்கினை 1906ஆம் ஆண்டில் பேட்சனும், பன்னெட்டும் இனிப்புப் பட்டாணிச்செடியில் (sweet pea) கண்டுபிடித்தார்கள்; இச் செடியில் தன்னிச்சையாகப் பிரிந்து ஒதுங்காத இரு ஜோடி எதிரிடைப் பண்புகளைக் கண்டுபிடித்தார்கள். இதற்குப் பதிலாக ஒரே பெற்றோரிடமிருந்து வந்த (AA BB × aa bb), AB என்ற இரு எதிரிடைப் பண்புகள் ஒரே கேமீட்டில் நுழைந்து ஒன்றாகவே மற்றோர் உயிரினத்திற்கும் செல்ல முயலுகின்றன. இப் பண்பிற்கு இடை இணைப்பு (coupling) என்று பெயர். AB என்ற இதே எதிரிடைப் பண்புகள் (AA bb×aa BB) என்ற மாறுபட்ட பெற்றோர்களிடமிருந்து வந்தால், அவை வேறு வேறான கேமீட்டுகளில் நுழைந்து தனித்தனியாகவே இருக்கின்றன. இப் பண்பிற்கு விலகல் (repulsion) என்று பெயர்.

மேற்கண்ட இடை இணைப்பிற்கும், விலகலுக்கும் தகுந்த விளக்கம் 1910ஆம் ஆண்டுவரை கிடைக்கவேயில்லை. 1910ஆம் ஆண்டில் மேற்கண்ட பண்புகளை மார்கன் (Morgan) என்பவர் டிரோசோஃபைலாப் பூச்சியில் கண்டுபிடித்தார்; மற்றும் இவ்விரண்டு பண்புகளும் 'இணைவு' என்ற செயலில் உண்டாகும் இரு தோற்றங்கள் (phenomenon) என்று கண்டுபிடித்தார்; இணைந்த ஜீன்கள் முன்பு இருந்த சேர்க்கையில் இருப்பதற்குக்

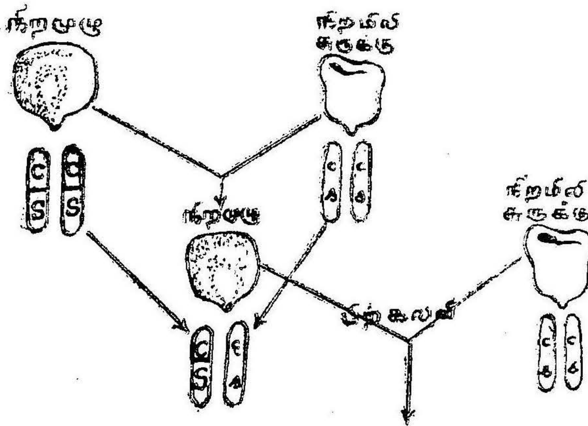
காரணம் அவை ஒரே குரோமோசோமில் இருப்பதனுல்தான் என்று கண்டார். குரோமோசோமில் இணைவு ஜீன்களுக்கிடையே யுள்ள தூரத்தைப் பொறுத்து, இணைவின் உறுதி நிர்ணயிக்கப் படுகிறது. இதனுல் குரோமோசோமில் ஜீன்கள் நீள்வரிசையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. அதனுல் மரபியல் படங்களும் (genetic maps), குரோமோசோம் படங்களும் (chromosome maps) வரைய உதவியாய் உள்ளன.

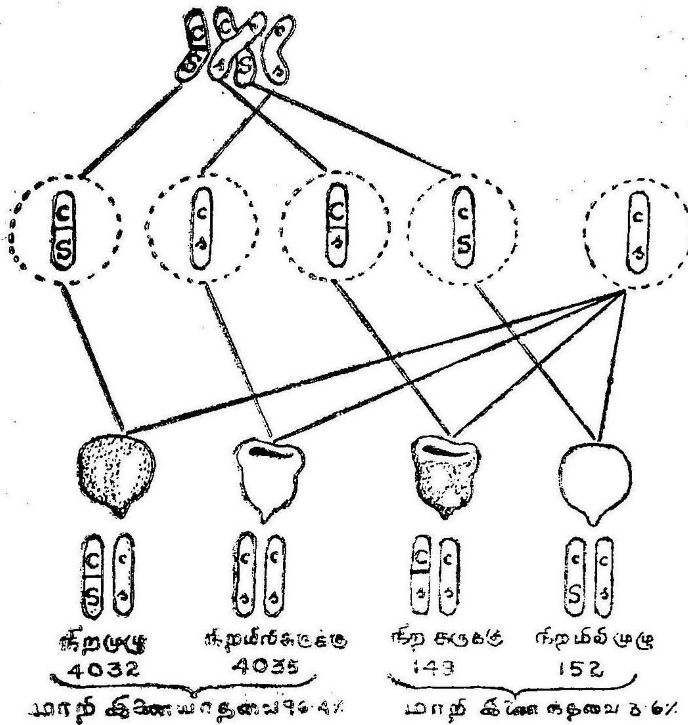
மக்காச்சோளத்தில் இணைவு (Linkage in Maize) : ஹட்சின்சன் நிறமுள்ள முழு மக்காச்சோள விதைகளை (coloured full) நிற மற்ற சுருங்கிய (colourless shrunken) விதைகளுடைய பூக்க ளுடன் கலவியை நிகழ்த்திஞர். நிறத்திற்குரிய ஜீன் C நிற மற்ற பண்பிற்குரிய c ஜீனை விஞ்சுதன்மை பெற்றது. முழு விதைக்குரிய S ஜீன் சுருங்கிய பண்பிற்குரிய s ஜீனை விஞ்சு தன்மை பெற்றுள்ளது. CC SS, cc ss என்ற பெற்ருேர்களி லிருந்து பெற்ற F_1 சந்ததி Cc Sc நிறமுள்ள முழு விதைகளைப் பெற்றிருந்தன.

C, S என்ற ஜீன்கள் மெண்டெலின் விதிப்படி தன்னிச்சை யாகப் பிரிந்து ஒதுங்கினுல், F_1 சந்ததியில் CS, Cs, cS, cs என்ற நான்கு விதமான கேமீட்டுகள் சமமான எண்ணிக்கையில் உண் டாக வேண்டும். இதைச் சோதிக்க வேண்டுமானுல், F_1 கலப் புயிரியை cc ss என்ற இரு அடங்கு பண்புகளுடைய செடியுடன் கலவி செய்வித்தபொழுது 1 : 1 : 1:1 என்ற விகிதத்தில் பயிர்கள் அமைய வேண்டும். ஆனுல், மக்காச்சோளத்தில் மேலே கூறிய F_1 கலப்புயிரியை அடங்குதன்மை கொண்ட பயிருடன் கலவி செய்வித்தபொழுது கீழ்க்காணும் முடிவுகளைக் கண்டார் :

நிறமுள்ள முழு விதைகள் CS/cs	=	4032
நிறமுள்ள சுருங்கிய விதைகள் Cs/cs	=	149
நிறமற்ற முழு விதைகள் cS/cs	=	152
நிறமற்ற சுருங்கிய விதைகள் cs/cs	=	4035
மொத்தம்	=	8368

நிறமுள்ள முழு விதைகளுள்ள பயிர்களும், நிறமற்ற சுருங்கிய விதைகளுடைய பயிர்களும் அதிகமான எண்ணிக்கையில் 4032 + 4035 = 8067 அல்லது மொத்தத்தில் 96·4 சத வீதமாக இருந்தன. இவற்றிற்குப் பெற்ருேர்ச் சேர்க்கைகள் (parental





படம் 31. மக்காச்சோளத்தில் மாறி இணைவதை விளக்குதல்

combinations) என்று பெயர். நிறமுடைய சுருங்கிய விதையுடைய பயிர்களும், நிறமற்ற முழுவிதைப் பயிர்களும் 149 + 152 = 301) அல்லது 3·6 சதவீதமாக இருந்தன. இவற்றிற்கு மறு சேர்க்கைகள் (re-combinations) என்று பெயர். இவற்றைப் படம் 81-ல் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

C-c, S-s என்ற இரு ஜோடி ஜீன்களும் மெண்டெலின் விதிகளின்படி தன்னிச்சையாகப் பிரிந்து ஒதுங்கவில்லை. பெற்றோர்ச் சேர்க்கைகள் மெண்டெலின் விதிகளின்படி 50 சதவீதம் இருக்க வேண்டும். ஆனால், இச் சோதனையில் 50 சதவீதத்திற்கு மேலாக 96.4 சதவீதம் உள்ளன. இச் சோதனையிலிருந்து C-c, S-s என்ற ஜீன்கள் 96·4 சதவீதம் கேமீட்டுகளில் ஒன்றாகச் சேர்ந்து இணைந்திருந்ததென்றும், 3·6 சதவீதம் கேமீட்டுகளில் மறுசேர்க்கையுற்றிருந்தன என்றும் அறிகிறோம்.

காரென்ஸ் கண்டுபிடித்த மீள் இரட்டிப்புக் கோட்பாட்டின்படி (reduplication hypothesis) குன்றல் பகுப்பின்போது பிரிதல் நிகழாமல் அதற்கு முன்பே நிகழ்கிறது. அதுவும் ஒவ்வொரு ஜோடி ஜீனுக்கும் ஒரே சமயத்தில் நிகழ்வதில்லை. முடிவாக உண்டாகிய செல்கள் ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு தொகுதி ஜீன்கள் அமைந்து அவை பலவாகப் பெருகும்.

1901ஆம் ஆண்டில் மக்லங் (Mclung) என்பவர் ஒரு பண்பிற்கும், ஒரு குரோமோசோமிற்கும் உள்ள உறவை அனுமானித்தார். இவர் ஆண் தன்மையை நிர்ணயிப்பது X குரோமோசோம் என்று அறிந்தார்.

பெண்ணில் XX குரோமோசோம்களும், ஆணில் XY குரோமோசோம்களும் உள்ளன என்று ஆணிற்கும் பெண்ணிற்கும் உரிய சரியான உறவுமுறையை ஸ்டீவென்ஸ் (Stevens) 1905ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார்.

பாலிணைவுப் பண்புகளைப் பற்றி (sex-linked characters) டங்காஸ்டரும் ராய்னரும் (Duncaster and Roynor) 1906ஆம் ஆண்டிலும், டர்ஹாம், மாரியாட் (Durhum and Marryat) என்பவர்கள் 1908ஆம் ஆண்டிலும் கண்டுபிடித்தார்கள்.

டிரோசோஃபைலாப்பூச்சியில் வெள்ளைக்கண் பண்பு பாலிணைவுப்பண்பாக இருக்கிறதென்று மார்கன் கண்டுபிடித்தார்.

ஒரே குரோமோசோம் ஜதையில் அமைந்த ஜீனில் மட்டுமே இணைவு காணப்படும். நெருக்கமாக இணைந்த ஜீன்கள் ஒன்றுக்கு

மிக அருகில் மற்றொன்றும் தளர்ச்சியாக இணைந்த ஜீன்கள் (loosely linked genes) ஒன்றுக்கொன்று விலகியும் காணப்படும். மாறி இணைதல் (crossing over) என்ற சொல்லை மார்கன் முதலில் பயன்படுத்தினர்.

(6) பூச்சி அறை

டேனியல் காயிட் கில்மேன் (Daniel Coit Gilman) 1875ஆம் ஆண்டில் ஜான் ஹாப்கின்ஸ் பல்கலைக்கழகத்திற்குத் (John Hopkins University) தலைவரான பிறகு அங்குப் பல அறிவியலறிஞர்களை ஆசிரியர்களாக அமர்த்தினர். அவர்களுள் டபுள்யூ. கே. புரூக்ஸ் (W. K. Brooks) என்பவரும், எச். நிவெல் மார்டின் (H. Niwell Martin) என்பவரும் சிறந்தவர்கள். இவர்கள்தான் எட்மண்டு பீச்சர் வில்சனையும் (Edmund Beecher Wilson), தாமஸ் ஹன்ட் மார்கனையும் (Thomas Hunt Morgan) உருவாக்கினர்கள்.

ஈ. பி. வில்சன் (1856-1939) கருவியலிலும் சோதனைக் கருவியலிலும் (experimental embryology) சோதனைகள் செய்து, பல உண்மைகளைக் கண்டார். தாம் கண்ட முடிவுகளைத் தமது 'வளர்ச்சியிலும் பாரம்பரியத்திலும் செல்' (The Cell in Development and Inheritance) என்ற நூலில் கூறியுள்ளார். இவர் குரோமோசோம்களின் அமைப்புப் பற்றியும், பால் குரோமோசோம் பற்றியும் ஆராய்ந்தறிந்தார்.

T. H. மார்கன் (1866-1945) வில்சனைப்போல் ஜான் ஹாப்கின்ஸ் பல்கலைக்கழகத்தில் டாக்டர் பட்டம் பெற்று ஐரோப்பாவில் நேபிள்ஸ் நகரைக் கண்டு, பின்னர்க் கொலம்பியாப் பல்கலைக் கழகத்தில் சேர்ந்தார். இவரும் கருவியல் வளர்ச்சி, சோதனைக் கருவியல் முதலிய துறைகளில் ஆய்ந்தார்; மற்றும் குரோமோசோம் அமைப்பு, பால் குரோமோசோம் என்பவற்றைப்பற்றி ஆராய்ந்தார். ஆனல், டிரோசோப்ஃபைலாப்பூச்சியில் இவர் செய்த ஆய்வுகள் வரலாற்று முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. இவரிடம் ஸி. பி. பிரிட்ஜஸ் (C. B. Bridges), ஏ. எச். ஸ்டர்ட்வான்ட்டும் (A. H. Sturtevant) ஆராய்ச்சி மாணவர்களாக இருந்து 17 ஆண்டுகள் டிராசோஃபைலாப் பூச்சியில் ஆய்வுகள் நடத்தினர்கள். இவர்களுடன் எச் ஜே. முல்லரும் (J. H. Muller) இருந்தார்.

1909ஆம் ஆண்டு கேஸ்ல் என்பவர் முயல்களின் நிறத்திற்கு ஆதாரமான இடை உறவு முறையான (inter-relations) ஜீன்களைப் பற்றிய படம் வெளியிட்டார். இதைக் கண்டு ஸ்டர்ட்வான்ட்

1913ஆம் ஆண்டில் முதல் குரோமோசோம் படத்தை உருவாக்கினர்.

டிரோசோஃபைலாப் பூச்சியில் ஆடோசோமல் இணைவு (autosomal linkage) பற்றி மார்கன், பிரிட்ஜஸ் 1919, 1923ஆம் ஆண்டுகளில் விளக்கினர்; இப் பூச்சியில் இரண்டாவது, மூன்றுவது குரோமோசோம்களில் சடுதிமாற்ற ஜீன்கள் (mutant genes) இருப்பதைக் கண்டனர். 1913ஆம் ஆண்டில் ஸ்டர்ட்வான்ட் மூன்றுவது இணைவுத் தொகுதியையும் (third linkage group), முல்லர் 4ஆவது இணைவுத் தொகுதியையும் கண்டுபிடித்தார்கள். 1908ஆம் ஆண்டில் ஸ்டீவென்ஸ் என்பவர் பெண் டிரோசோஃபைலாப் பூச்சியில் உள்ள குரோமோசோம்களை விவரித்தார்.

1913ஆம் ஆண்டில் பிரிட்ஜஸ் செய்த செயலியல் சோதனைகளினுல் நான்டிஸ்ஜங்ஷன் (nondisjunction) என்ற பண்பு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. பிரிட்ஜஸும், மெஸ் என்பவரும் சோதனைகள் செய்து, டிரோசோஃபைலாப் பூச்சியில் மூன்று ஆடோசோம் இணைவுத் தொகுதிகளுக்குச் சரியான 2 பெரியதும் 1 சிறியதுமான மூன்று ஜோடி ஆடோசோம்கள் உள்ளன என்று கண்டுபிடித்தார்.

'மெண்டெலியன் பாரம்பரியத்தில் செயல்முறை' (The Mechanism of Mendelian Heredity) என்ற நூலின் வாயிலாக மார்கன், ஸ்டர்ட்வான்ட், முல்லர், பிரிட்ஜஸ் ஆகியோர் மெண்டெலின் கண்டுபிடிப்புகள் அனைத்தையும் குரோமோசோம் கொள்கையினுல் (Chromosome Theory) விளக்க இயலும் என்று விவரித்துள்ளனர்.

(7) டிரோசோஃபைலாவில் செய்த ஆய்வுகள்

முதலில் டிரோசோஃபைலாப் பூச்சியில் செய்த சோதனைகளில் மெண்டெலின் விகிதங்களான 3:1 விகிதமும், 1:1 விகிதமும் சரியாக வரவில்லை. இதற்குக் காரணம் கூட்டுப்புழுப் பருவத்தில் (pupal stage) பூச்சிகளைச் சரிவர வளர்க்காததனுல் இறந்துவிட்டன. பிரிட்ஜஸ் பூச்சிகளின் வளர்முறைகளை அபிவிருத்தி செய்தார். இவர் இப் பூச்சியில் பல சடுதிமாற்றங்களையும் கண்டுபிடித்தார்.

இக் காலத்தில் குறியீடுகளைப் பயன்படுத்துவதில் பல புதிய முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. மெண்டெல் விஞ்சுதன்மைக்கு A என்ற பெரிய எழுத்தையும், அடங்குதன்மைக்கு a என்ற

சிறிய எழுத்தையும் உபயோகித்தார். பேட்சன் நினைவுக் குறிப்புக் குறியீடுகளைப் பயன்படுத்தினார். உதாரணமாக, Y என்ற பெரிய எழுத்து விஞ்சுதன்மை பெற்ற மஞ்சள் நிறத்திற்கும், y என்ற சிறிய எழுத்து அடங்குதன்மை பெற்ற எதிரிடைப் பண்பான பச்சை நிறத்தையும் குறிக்கும். இத்துடன் இவருடைய இருத்தல்-இல்லாதது கோட்பாடு விளக்கப்படுகிறது. இக் கோட்பாட்டின் படி அடங்குதன்மைப்பண்பு விஞ்சுதன்மைப்பண்பு இல்லாததனால் உண்டாகிறது. பச்சை நிறம் பெற்ற விதைகள் விஞ்சுதன்மை பெற்ற மஞ்சள் நிறத்திற்குரிய Y ஜீன் இல்லாததனால் உண்டாகிறது என்று கருதினார். ஜொஹான்சன் இக் கோட்பாடு தேவையற்றது எனக் கருதினார்.

1904ஆம் ஆண்டில் குயூனட் 3 நிர்ணயிப்பவற்றைக் (determinants) கண்டுபிடித்தார்:

1. c என்பது பொதுவாக நிறத்திற்குரியது. இதனுடைய சடுதிமாற்ற ஜீன் A வெண்மை நிறத்திற்குரியது.

2. M என்பது கறுப்புக்கண்களையும், அதன் சடுதிமாற்ற E இளஞ்சிவப்புக் கண்களையும் குறிக்கும்.

3. F-ம், அதன் சடுதிமாற்ற D-யும் கறுப்பு நிறமிக்குரியது.

இக் காலத்திற்குப் பிறகு, 'பல அலீல் ஜீன் கருத்து' (multiple allele concept) உருவாகிய பின்னர், இருத்தல்-இல்லாதது கோட்பாடு கைவிடப்பட்டது. டிரோசோஃபைலாப் பூச்சியில் புதிய குறியீடுகள் பயன்படுத்தப்பட்டன. இயற்கையாக அமைந்த பண்பிற்கு (wild type) + என்ற குறியீடு பயன்படுத்தப்பட்டது.

சுண்டெலிகளில் செய்த சோதனையிலிருந்து கொல்லும் ஜீன்களை (lethal genes) குயூனட் கண்டுபிடித்தார். பார் (Baur, 1907) என்பவர் ஸ்னேப்ட்ராகனில் (Snapdragon) செய்த சோதனையினால் இஃது உறுதியாக்கப்பட்டது. 1912-ஆம் ஆண்டில் மார்கன் 'பால் இணைவுக் கொல்லும் ஜீன்' பற்றி (sex linked lethal genes) அறிவித்தார்.

இரு மாறி இணைதல் நிகழ்ச்சிகளில் (cross overs) ஒன்றை மற்றொன்று பாதிக்கும் என்று முல்லர், பிரிட்ஜஸ், வீன்ஸ்டென் (Weinsten) என்பவர்கள் ஆராய்ந்து அறிவித்தார்கள். ஒரு மாறி இணைதலை, மற்றொன்று அதிகரிக்கிறது என்ற எதிர்மறைக் குறுக்கீட்டை (negative interference) டிரோசோஃபைலாவிலும் மற்ற நுண்ணுயிரிகளிலும் கண்டவை மாறி இணைதலின் நிகழ்விரைவு

பெண்களில் வயதாக ஆக அதிகமாகிறதென்றும், பிளவ் (Plough) என்பவர் மாறி இணைதலின் நிகழ்விரைவு வெப்பத்தினுல் பாதிக்கப்படும் என்றும் கண்டுபிடித்தனர்.

ஒரு பல்வண்ண டிரோசோஃபைலாப் பூச்சியின் (mosaic drosophila) சூல்பையில் இரு XX ஜீன்கள் இருந்தன என்றும், அவை இணைந்தே பிரிகின்றன என்றும் கண்டார். இரு XX குரோமோசோம்களும் ஜீன்களில் வேறுபட்டுள்ளன என்று ஆண்டர்சன் (Anderson) அறிந்தார். பிரிட்ஜஸ், ஆண்டர்சன் செய்த சோதனைகளினுல் குரோமோசோம்களின் 4 இழை விளக்கம் ஒத்துக்கொள்ளப்பட்டது.

மாறி இணைதல் மைடாடிக் பகுப்பில் இருப்பதை ஸ்டெர்ன் (Stern, 1936) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். உடல மாறி இணைதல் (somatic cross over) ஆஸ்பெர்ஜில்லஸ் (Aspergillus) என்ற பூஞ்சையில் வழக்கமாக இருப்பதை பாண்டிகார்வோவும் (Pontecarvo), அவருடைய சக ஊழியர்களும், ரோமன் (Roman) என்பவரும், அவருடைய சக ஊழியர்களும் ஈஸ்ட்டில் கண்டுபிடித்தனர். உடலமாறி இணைதல் பண்பு பாக்டீரியாவிலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

1921ஆம் ஆண்டில் குரோமோசோம்கள் மாறி இணைதலால் உண்டாகும் பல நிலைகளும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இரட்டித்தல் (duplication), குறைகள் (deficiencies), இடம் மாறுதல் (Translocation), தலைகீழாதல் (inversions) முதலியவையும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

மாறி இணைதலின் செல்லியல் (Cytology of Crossing Over): மாறி இணைந்த குரோமோசோம் பொருள்களைப் பற்றி முதலில் டிரோசோஃபைலாப் பூச்சியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. குறைகளைப் பற்றி பிரிட்ஜஸும் (1919), மோர் (Mohr, 1919) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர். இரட்டிப்பு இடம் மாறியது பற்றி பிரிட்ஜஸும், தலைகீழ் மாற்றம் பற்றி (inversions) ஸ்டர்ட்வான்டும் கண்டுபிடித்தனர்.

குறைந்த அளவிலான குரோமோசோம்களின் மரபியல் தன்மைகள் பற்றி முதலில் பெல்லிங் ஆராய்ந்தார். ஊமத்தையில் (Datura) பெல்லிங்கும், பிளாக்ஸ்லீயும் (Blakeslee) பல துணைக்குரோமோசோம் வகைகளைக் கண்டனர்; இயல்பான குரோமோசோமை ஒத்த இரு பிரிவாக உள்ள (arms) இரண்டாம் நிலை டிரைசோமிக்குகளை (secondary trisomics) விவரித்தனர்.

மக்காச்சோளத்தில் செய்த சோதனையினால் தனிப்பட்ட குரோமோசோம்களின் செல் மரபியல் அமைப்பைப் பற்றிய (cyto-genetics) தகவல்களை மக்ளின்டாக் (Meclintock), ரான்டால்ஃப் (Randolph), லாங்கிலி (Longley) முதலியவர்கள் ஆராய்ந்தார்கள். குன்றல் பகுப்பின் முதல் நிலையில் உள்ள பாச்சிடீன் (pachytene) நிலையின்போது ஒத்த பண்புடைய குரோமோசோம்கள் இணைவதை ஆராய முடிந்தது. அப்பொழுது அவை நீளமாகவும், அமைப்புத் தெளிவாகத் தெரியும் வண்ணமும் காணப்பட்டன.

X-கதிர்களால் குரோமோசோம்களில் எத்தகைய விளைவுகள் ஏற்படுத்தும் என்பதை முல்லர், பெயின்டர் (Painter) போன்றவர்கள் ஆராய்ந்தார்கள். 1929, 30 ஆண்டுகளில் X-கதிர் வீச்சுகளினால் குரோமோசோம்களில் எவ்வாறு இடமாற்றம் ஏற்படுகிறது என்று டாப்ஸான்ஸ்கி (Dobzansky) ஆராய்ந்தார்.

மாறி இணைதலின்போது, குரோமோசோமின் பாகங்கள் பரிமாற்றம் செய்யப்படுகின்றன என்று டிரோசோஃபைலாவில் கிரைட்டன் (Creighton), மக்ளின்டாக் முதலியவர்கள் சோதனைகள் செய்து அறிந்தார்கள்.

1881ஆம் ஆண்டில் கிரோனமஸ் (chironomus) கூட்டுப்புழுவில் பெரிய தடிப்புற்ற இழைகள் (banded strands) உமிழ்நீர்ச்சுரப்பி நியூக்ளியஸில் (salivary gland nucleus) இருப்பதைப் பால்பியானி கண்டுபிடித்தார். இவருக்குப் பிறகு ஹைட்ஸ் (Heitz), பார் முதலியவர்கள் இதைப் பற்றி மேலும் ஆராய்ச்சி நடத்தினார்கள்.

1933ஆம் ஆண்டில் டிரோசோஃபைலா மெலனோகாஸ்டர் பூச்சியின் உமிழ்நீர்ச்சுரப்பிக் குரோமோசோம்கள் பற்றிப் பெயின்டர் ஆராய்ந்தார். குரோமோசோம் செல்லியல் படம் பற்றியும் (cytological maps of chromosomes) அறிஞர்கள் ஆராய்ந்தார்கள்.

உமிழ்நீர்ச்சுரப்பி X-குரோமோசோமில் 725 பட்டைகளும் (bands), இரண்டாவது குரோமோசோமில் 1320 பட்டைகளும், மூன்றாவதில் 1450 பட்டைகளும், நான்காவதில் 45 பட்டைகளும் இருப்பதை பிரிட்ஜஸ் (1935) கண்டுபிடித்தார்; 1938-ல் செய்த ஆய்வு மூலம் X-குரோமோசோமில் 1024 பட்டைகள் இருப்பதைக் கண்டார். ஒவ்வொரு பட்டையையும் கண்டுபிடிக்க ஒரு வசதியான அமைப்பை பிரிட்ஜஸ் (Bridges) கண்டுபிடித்தார்.

டிரோசோஃபைலாப் பூச்சியில் பிரிட்ஜஸ் (1935) என்பவரும், ஸியாராவில் (Sciara) மெட்ஸ் (1938) என்பவரும் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிக் குரோமோசோம்களில் 'ரிபீட்ஸ்' (repeats) இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தனர். இவை நேரிடையாகவும் (direct), தலை கீழாகவும் (reverse), அருகருகேயும் தனித்தனியாகவும் காணப் படும். இவற்றின் தோற்றம் பற்றித் தெளிவாகத் தெரியவில்லை. இவை உயிரினங்களுக்கு வேண்டாத உபரி ஜீன்களைத் தருகின்றன. இவை புதிய வேலைக்கான, புதிய ஜீன்களின் தோற்றத்திற்கு ஆதாரமாக இருப்பதனால் பரிணாம முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை.

உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிக் குரோமோசோம்களின் சில பகுதிகளில் சில பட்டைகள் புடைப்பாகித் (swelling) தளர்ச்சியான அமைப்புப் பெறுகின்றன என்றும், இதற்குப் 'புடைப்பாதல்' (puffing) என்றும் பெயர் என்று மெட்ஸ் 1938ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித் தார். ரின்கோஷியாராவில் (Rhyncosciara) குறிப்பிட்ட வளர் நிலையில், குறிப்பிட்ட பட்டைகள் புடைப்பாவது ஒழுங்காக நடைபெற்றுவரும் நிகழ்ச்சி என்று பாவன் (Pavan, 1952) கண்டுபிடித்தார்.

மாறி இணைதலில் என்னென்ன மாறுதல்கள் நடைபெறு கின்றன என்பது பற்றி ராபெர்ட்சன் (Robertson, 1916), வில்சன் (1925), பெல்லிங் (1926 முதல் 1931 வரை) ஆராய்ந்தார்கள்.

1932-ஆம் ஆண்டில் டார்லிங்டன் (Darlington) முன் முதிரும் கொள்கையினை (Precocity Theory) உருவாக்கினார். 'குன்றல் பகுப்பின்போது, குரோமோசோம்கள் பிரிவதற்கு முன்னால் நியூக்ளியஸ் புரோஃபேஸ் என்ற முதல் நிலையை அடைகிறது. மைடாசிஸ் செல் பகுப்பின்போது குரோமோசோம்கள் பிரிந்த பின் நியூக்ளியஸ் புரோஃபேஸ் என்ற முதல் நிலையை அடை கிறது.' இதன்படி குரோமோசோம்களும், அவற்றின் பாகங் களும் முதல் நிலையில் உள்ள குரோமோசோம் தனிமங்களைப் போல் (elements) இணைகின்றன. மைடாசிஸ் செல் பகுப்பில் உள்ளதைப்போல் குரோமோசோம்கள் முதலிலேயே பிரிந்திருந் தால், சேய் குரோமேடிட்டுகள் (daughter chromatids) அருகருகே அமைந்திருக்கும். குன்றல் பகுப்பின்போது ஒத்த பண்புடைய குரோமோசோம்களிடையே கான்ஜுகேஷன் (conjugation) ஏற் படும். இணைந்த குரோமோசோம்கள் பிரியும்போது 4 அருகருகே அமைந்த இழைகள் காணப்படுகின்றன. இரு குரோமோசோம்கள் அருகருகே இருக்கும்போது கவரும் ஆற்றல் திருப்தி செய்யப் படுகின்றது (satisfied). இரு இழைகள் அருகருகே அமைந்த இரு

ஜோடிகளாகப் பிரிகின்றன. இப்பொழுது மாறி இணைதல் நிகழ்ந்தால், அதற்கேற்றவாறு கையாஸ்மா (chiasma) நிகழும்.

முதல் குன்றல் பகுப்பு மைய நிலையில் (metaphase) குரோமேடிட்டுகள் எந்த முனைக்குச் செல்ல வேண்டும் என்ற ஒழுங்கு அமைவினை (orientation) இந்த கையாஸ்மாடா (chiasmata) அமைப்பு இரண்டையும் ஒன்றாகப் பிணைத்து வைத்துள்ளது.

(8) பால் கணிப்பு (Sex Determination)

பால் கணிப்புப் பற்றி அரிஸ்டாட்டில் காலம் முதற்கொண்டு பல கொள்கைகள் நிலவி வந்துள்ளன. ஒவ்வொரு கருவிலும் ஆண் பெண் என்ற உள்ளார்ந்த தன்மைகளுக்கு இடையே எது உருவாக வேண்டும் என்ற போட்டி ஏற்படுகிறது. ஆணு பெண்ணு என்பது பற்றி பெற்றோரின் வயது, காற்றின் திசை போன்ற காரணிகள் நிர்ணயிக்கும் என்றெல்லாம் நம்பி வந்தார்கள்.

உலகில் ஆண்களும் பெண்களும் சம எண்ணிக்கையில் இருப்பது தத்துவ ஞானிகளுக்கும் அறிவியலறிஞர்களுக்கும் வியப்பாக இருந்தது. இதை விளக்கச் சுமார் 262 கொள்கைகள் நிலவின என்று தாம்சன் (Thomson, 1908) கூறுகிறார்.

பால் குரோமோசோம்களைப் பற்றியும், அவை எவ்வாறு பால் தன்மையை நிர்ணயிக்கின்றன என்றும் முன்னமே கண்டோம். X குரோமோசோமுடைய விந்து, பெண்ணின் தன்மையினை நிர்ணயிக்க முடியாது. ஏனெனில் X குரோமோசோம் உடைய விந்து X இல்லாத முட்டையுடன் இணையும்போது ஆணினை உண்டாக்குகிறது. எனவே, பால் கணிப்பு ஸைகோட்டின் சேர்க்கையைப் பொறுத்து நிகழ்கின்றது.

டிரோசோஃபைலாப் பூச்சியில் ஒவ்வொரு பகுதியின் பால் தன்மையும் அதனதன் குரோமோசோம் சேர்க்கையைப் பொறுத்தது என்று மார்கனும், பிரிட்ஜஸும் (1919) கண்டுபிடித்தனர். டிரோசோஃபைலாப் பூச்சியில் XXY சேர்க்கையுடைய இயல்பான வளமுடைய பெண் பூச்சிகள் உள்ளன. Y இல்லாத வெறும் X குரோமோசோம் உடைய வளமற்ற ஆண்களும் இருப்பதாக பிரிட்ஜஸ் கண்டுபிடித்தார். எனவே, Y என்பது எப்பொழுதும் பாலினைக் கணிக்கும் காரணியாக இருப்பதில்லை என்று தெரிகிறது. மேற்கண்ட பண்புகளையுடைய பூச்சிகள் இருமயமுடைய பூச்சிகளில் நான்டிஸ்ஜங்ஷனினால் ஏற்பட்டன. இதைப் படம் விளக்குகிறது.

டிரோசோஃபைலாப் பூச்சியில் மும்மலப் பூச்சிகள் (**triploids**) பற்றி பிரிட்ஜஸ் ஆராய்ந்தார். செல்லியல் மரபியல் ஆய்வுகள் இணையாக மேற்கொள்ளப்பட்டன. டிரோசோஃபைலாவில் பால் தன்மை X குரோமோசோமுக்கும், ஆடோசோம் (**autosomes**) தொகுதிகளின் எண்ணிக்கைக்கும் உள்ள சமநிலையே (**balance**) காரணம் என்று **பிரிட்ஜஸ்** (1921) கண்டுபிடித்தார். இயல்பான ஆண்பூச்சியின் சேர்க்கையில் X குரோமோசோம் சேர்த்தால், பெண் பூச்சி ஆகும். பெண்ணின் குரோமோசோம்களுடன் ஒரு தொகுதி ஆடோசோம்களைச் சேர்த்தால் இடைநிலைப் பால் உடைய பூச்சி (intersex) ஆகும்.

பிரிட்ஜஸ் தம் ஆய்வுகளின் முடிவினை 'ஜீன் சமநிலை' என்ற கருத்தின்மூலம் விளக்கினார். பல ஜீன்கள் சேர்ந்து ஒரு குறிப்பிட்ட பண்பினை உருவாக்குகின்றன; அல்லது உருவாக்காமலும் இருக்கும். பலவாறகச் செயல்படும் ஜீன்களின் குறிப்பிட்ட ஜீன் சமநிலையின் விளைவாகவே ஓர் உயிரினம் ஏற்படுகிறது. குறிப்பிட்ட ஒரு குரோமோசோமோ, அதன் பகுதியோ ஒரு வளைவையுடைய ஜீன்களைப் பெற்றிருப்பதில்லை. எனவே, குரோமோசோம் இரட்டிப்பு, குறைவின்போது இச் சமநிலையில் மாறுதல் ஏற்பட்டு, உயிரினத்தின் புறத்தோற்றத்தைத் தீர்மானம் செய்யும் வகையிலோ அல்லது பெரும்பாலும் கொல்லும் விளைவுடையதாகவோ உள்ளது.

இவ் விளக்கத்தின்படி ஆண் தன்மைக்குரிய ஜீன்களும், பெண் தன்மைக்குரிய ஜீன்களும் உள்ளன. இதில் ஆடோசோம்களில் ஆண் தன்மைக்குரிய ஜீன்களின் ஆதிக்கமும், பெண் தன்மைக்குரிய ஜீன்கள் X குரோமோசோமிலும் ஆதிக்கம் செலுத்துகின்றன.

பல விலங்குகளில் Y குரோமோசோம்கள் இல்லாததனல், ஆணின் வளத்தன்மைக்கு இந்த Y குரோமோசோம் எப்பொழுதும் தேவையில்லை என்பது தெரிகிறது. **மெலாண்டிரியம் (Melandrium)** என்பது ஈரில்லமுள்ள (**dieocions**) தாவரம். பெண் தாவரத்தில் XX குரோமோசோம்களும், ஆண் தாவரத்தில் XY குரோமோசோம்களும் உள்ளன. பல மய உயிரினங்களை உண்டாக்கிய பொழுது, இவற்றின் சந்ததிகளில் Y குரோமோசோம் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறதென்று **வெஸ்டெர்கார்டு (Westergaard)**, **வார்ம்க், பிளாக்ஸ்லி** முதலியவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். Y உடையவை ஆண்களாகவும், Y இல்லாதவை பெண்களாகவும் உள்ளன. Y குரோமோசோம் ஆணின் நிற வேறுபாட்டினை நிர்ணயிக்கிறதென்றும், பெண் ஆணைவிடப் பால் பண்பினைப் பொறுத்தவரையிலும்

மாற்றுப் பண்புடையதாக (heterozygous) இருக்கிறதென்று விஞ்* (Winge, *1922, 1934*) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். பாலுண்ணிகளில் மெலாண்டிரியம் தாவரத்தைப்போல் Y குரோமோசோம் ஆண்பால் பண்பினை நிர்ணயிக்கிறது என்று **ஜேகப்ஸ்** (Jacobs), **ஸ்ட்ராங்** (Strong), **ஃபோர்டு** (Ford), **வெல்ஷன்ஸ்** (Welshons), **ரஸ்ஸல்** (Russel, *1959*) கண்டுபிடித்தார்கள்.

மாஸ்களிலும் லிவெர்வொர்ட்டுகளிலும் (Liverworts) ஒரு விதமான பால்கணிப்பு உடையது என்று **மார்ஷல்ஸ்** (Marchals, *1906, 1907*) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். சில மாஸ்களில் இருமய ஸ்போரோஃபைட்டுகளிலிருந்து சில சமயங்களில் இருமயமுடைய பால் தன்மை பெற்ற கேமீட்டோஃபைட்டுகள் உண்டாகின்றன. இவை இருபால் பண்புகளையும் (hermaphrodite) பெற்றுள்ளன. இயல்பான ஒருமய கேமிட்டோஃபைட்டுகள் ஆணுகவோ, பெண்ணுகவோதான் இருக்கும். செல்லியல் சோதனைகள் **ஆலன்** (Allen, *1917*) செய்து, இக் கருத்துகள் உண்மை எனக் கண்டார். **ஸ்ஃபெரோகார்பஸ்** (sphaerocarpos) என்ற லிவர்வொர்ட்டின் ஸ்போரோஃபைட்டில் சமமில்லாத ஜோடி குரோமோசோம்கள் உள்ளன. இவற்றுள் பெரிய X குரோமோசோம் ஒருமய பெண் கேமீட்டோஃபைட்டுகளிலும், சிறிய Y குரோமோசோம் ஆண் கேமீட்டோஃபைட்டுகளிலும் காணப்படுகின்றன.

பால்கணிப்பினைப் பற்றி அறிந்துகொள்ள முயற்சிக்கும்போது, ஜீன்கள் எவ்வாறு செயல்படுகின்றன என்பதை அறிந்துகொள்ளுகிறோம்.

(9) ஓனேதீரா (Onothera)

பூச்சிகளில் டிரோசோஃபைலாப்பூச்சி மரபியல் சோதனைகளுக்குப் பெரிதும் பயன்பட்டதுபோல் தாவரங்களில் ஓனேதீராச் செடி பரிணமம், மரபியல் கருத்துகளில் புகழ் பெற்றதாக விளங்குகிறது. மெதுவான மாறுதல்கள் குவிந்து பரிணமம் பல தனித் தனியான வகைகளில் நடைபெறுவதாக **டி விரிஸ்** கருதினர்.

ஓனேதிராச் செடியின் தாயகம் அமெரிக்கா. அங்கிருந்து அழகுத் தாவரங்களுக்காக மலர்ச்செடிகளைப் பயிரிடுவோரால் இச் செடி இங்கிலாந்திற்குச் கொண்டுவரப்பட்டது; இங்கிருந்து ஹாலந்து முதலிய ஐரோப்பிய நாடுகளுக்கும் பரவிற்று. **டி விரிஸ்** ஹில்வெர்சாம் (Helversom) என்ற இடத்தில் ஓனேதிரா **லாமார்க்கியானு** என்னும் செடியைக் கண்டார்; இதனின்றும் இன்னும் மாறு

பட்ட இரு செடிகளையும் கண்டார்; இப் புதிய செடிகள் முன்பு இல்லாத தொடர்பற்ற திடீரென்று உண்டான வேறுபாட்டினால் உண்டாயின என்று நம்பினார்.

தனிப்பட்ட ஜீனின் மாறுதலினால் பல புறத்தோற்ற விளைவுகள் ஏற்படும் என்பதற்கு இப் புதிய இனங்களை உதாரணமாகக் கூறலாம். ஓனோதீராவில் கண்ட பல தொடர்பற்ற மாறுதல்கள் பற்றி ரென்னர்(**Renner**) என்பவர் ஓர் ஆய்வுக் கட்டுரையில் விளக்கினார். ஓனோதீரா லாமார்க்கியானா என்பது காடென்ஸ் (**gaudens**), வெலன்ஸ்களிடையே (**Velans**) உண்டான நிலையான மாற்றுப் பண்புடைய ஸைகோட் என்று கோல்ட்ஸ்மிட் (**Goldschmidt**, *1913-1917*) கூறுகிறார். தற்கருவுறுதலுக்குப் பிறகு, பாதிவிதைகளில் முளைக்காத கருக்கள் இருந்தன. அதனால் முளைப்பதற்கு முன்பே பாதி இறந்துவிட்டன; மறுபாதி பின்னர் இறந்துவிட்டன. இங்ஙனம் இறந்துபடுபவை காடென்ஸ்-காடென்ஸ் வகையையும், வெலன்ஸ்-வெலன்ஸ் வகையையும் சார்ந்தவை என்றும், முளைக்கக் கூடிய விதைகள் காடென்ஸ்-வெலன்ஸ் ஹிடரோஸைகோட்டினைச் சேர்ந்தது என்றும் ரென்னர் நம்பினார். கலவிகளினால் இரட்டைக் கலப்புயிரிகள் (**twin hydrids**) உண்டாகியவை F_1 விதைகளில் முளைக்கக்கூடிய கருக்களைப் பெற்றிருந்தன. ஓனோதீராப் பேரினத்தின் ரூபினெர்விஸ் (**rubinervis**), நானெல்லா (**nanella**) என்ற இனங்கள் இரு கூட்டுகளின் (**complexes**) மீள்சேர்க்கையினால் ஏற்பட்டவை.

ரென்னர் தம் ஆராய்ச்சிகளினால் கண்ட முடிவுகளாவன :

இணைவுகள் நிலையானவை அல்ல; விஞ்சுதன்மை பெற்ற இலைகளின் சிவப்பு மைய நரம்பிற்கு ஆதாரமான ஜீன் மியூரிகேடா (**muricata**), பையென்னிஸ் (**biennis**) என்ற பண்புகளுடன் முற்றிலும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது; ஆனால், இது லாமார்க்கியானா என்னும் இனத்தில் தனித்துப் பிரிந்து ஒதுங்குகிறது. இடைநிலையான வகை மிதமான இணைவுடன் இல்லாது, பல வகையான கலப்புயிரிகள் பல வகைகளிலும் காணப்படும். இன்னொரு சேர்க்கையில் இவை நெருக்கமாக இணைக்கப்பட்டிருந்தால், இரு ஜோடி குரோமோசோம்களில் மீள்சேர்க்கை அடைவதில்லை.

ஊமத்தையில் கிளீலேண்ட் (**Cleland**, *1922*), என்பவரும், ஓனோதீரா ஃபிரான்ஸிஸ்கானாவில் (O. franciscana) பெல்லிங் என்பவரும், குரோமோசோம் வளையங்கள் (**chromosome rings**) இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தனர். பழைய நான்-ஹோமோலோகஸ் (**non - homologous**) குரோமோசோம்களின் **a, b, c, d** என்ற

முனைகள் உள்ளவை புதிய குரோமோசோம்கள் ஆகும்போது abcd என்ற ஜீன்கள் a d b c என்ற வரிசையிலோ, அல்லது a c b d என்ற வரிசையிலோ இடம் மாறி அமைந்து காணப்பட்டன. இவ்வித மாக ஜீன் இடம் மாறி அமைவதனால் குரோமோசோம் வளை யங்கள் ஏற்பட்டன. இது படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இக் கருத்தினை **கிளீலாண்டு, பிளாக்ஸ்லீ, எஸ். எமெர்சன் (S. Emerson), ஸ்டர்ட்வான்ட்** ஆகியவர்கள் ஏற்றுக்கொண்டார்கள்; ஓனேதீராக் கலப்புயிரிகளில் காணப்பட்ட விசித்திரமான நடத் தைக்கு மேலே கூறிய குரோமோசோம் வளையங்களே காரணம் என்று கருதினார்கள்.

(10) சடுதிமாற்றம்

வேறுபாடுகள் தோன்றுவதற்குப் புதிய ஜீன்கள் காரணமா அல்லது மீள்சேர்க்கை காரணமா என்பது விவாதத்திற்குரிய பொருளாக இருந்துவருகிறது. இப்பொழுது காணும் புதிய வகைகள் யாவும் கலப்புயிரியினால் தோன்றியவை; அதனால் அடங்குதன்மை பெற்றவை; பல காலம் தோன்றாமலே இருந்து பின்னர் தோன்றும். எனவே, புதிதாக ஜீன்கள் உண்டாகின்றன என்ற கருத்தினை ஒத்துக்கொண்டபோதிலும் அவ்வாறு உண்டாகிற ஜீன் சமீபத்தில்தான் தோன்றியது என்று அறுதியிட்டுக் கூற முடியாது.

இத்தாலி நாட்டின் ஸிஸிலியில் (Sicily) தன்னிச்சையாக வளர்ந்த இனிப்புப் பட்டாணிச்செடியில் பல புதிய வண்ணங்கள் தோன்றின. ஆனால் இவை யாவும் முதலில் காணப்பெற்ற பண்பிற்கு அடங்குதன்மை பெற்றவை. 'இருத்தல்-இல்லாதது' கோட்பாட்டின்படி ஜீன்களை இழப்பதனால் இப் புதிய பண்புகள் தோன்றினவே அன்றிப் புதிய ஜீன்களினால் உண்டாவதில்லை.

பரிணாமம் ஜீன்களை இழப்பதனாலும், அதைத் தொடர்ந்து மறு சேர்க்கையினாலும் உண்டாகிறதென்று **பேட்சன்** 1914-ஆம் ஆண்டு கருதினார்.

இருமய உயிரினங்களில் (diploid organisms) விஞ்சுதன்மை பெற்றவை, பாலிணை ஜீன்கள் என்ற இரு வகையான ஜீன்கள் உள்ளன. இவற்றின் சடுதிமாற்றப் பண்பினை எளிதில் பயன் தரத்தக்க வழிகளில் ஆராயலாம். ஆனால் ஹிடெரோஸைகஸ் என்ற மாற்றுப் பண்புடைய பாலினத்தில் ஒவ்வோர் உயிரினமும் ஒருமயமானது (haploid). ஆரம்ப ஆய்வுகள் இரு வகைகளிலும்

நடைபெற்றன. தற்கருவுறுதல், தாவரங்களில் ஆடோசோமல் அடங்குதன்மை பெற்றவற்றைப் பற்றி அறிந்துகொள்ளச் சிறப்பான வழி வகைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

ஆன்டர்ஹினம் (Anterrhinum) பூவில் உள்ள பல்வண்ணம் பற்றி 1890ஆம் ஆண்டில் **டி விரிஸ்** ஆராய்ந்தார். இதன் பூக்கள் வெண்மை, மஞ்சள், சிவப்புக் கோடுகளுடன் காணப்படும். இதில் பல்வண்ணப் பண்பு சிவப்புப் பண்பிற்கு அடங்குதன்மை பெற்றது. பல்வண்ணமுடைய தாவரத்தில் சிவப்பு வண்ணத்தின் பரப்பு மாறுபட்டுச் சில சமயம் ஒரு முழுக்கிளையிலும் காணப்படும். இச் சிவப்புக் கிளையில் காணப்படும் பூக்கள் யாவும் முதல் மகட் சந்ததியில் காணப்படும் சிவப்புப் பூக்களைப் போலவே காணப்படுகின்றன. இவற்றைத் தற்கருவுறுதல் செய்வித்தபொழுது 3 சிவப்புப் பூக்கள் : 1 பல்வண்ணப்பூ என்ற விகிதத்தில் காணப்படும்.

அந்திமந்தாரையில் இதே மாதிரியான பல்வண்ண இலைகளைப் பற்றிக் **காரென்ஸ்** (1910, 1911) ஆராய்ந்தார். இதற்கு அவர் **மெண்டெலின்** விளக்கத்தினைக் கொடுத்தார்; சடுதிமாற்றத்தினாலன்றி, தனித்துப் பிரிதலினால் இஃது உண்டாகிறது என்று நம்பினர். மாற்றம் ஒரே திசையில் நடைபெறுகிறதென்று **டி விரிஸைப்** போல இவரும் ஆய்ந்து அறிந்துகொண்டார். பல்வண்ணநிலை வெளிரிய பச்சையிலிருந்து கரும்பச்சை, தனித்த கரும்பச்சை வரை ஏற்படுகின்றது. உடலத் திசுக்கள் ஒத்த பண்புடைய பல்வண்ண நிலையிலிருந்து மாற்றுப் பண்புடைய (தனித்த - பல்வண்ண) நிலைக்கு மாறுகின்றன.

தனிப்பட்ட பூவிலோ, இலையிலோ காணும் பல்வண்ணம் வளர்ச்சியின் பிற்பகுதியில் ஏற்பட்டது என்றும், பின்னர்ப் பெரும் பகுதிகளுக்கும், இதே விதமான மாறுதல் காரணமாகிக்கொண்டு செல்லப்படுகிறது. இக் கருத்தும், முழுமையான தொடர் நிகழ்ச்சிகளின் விளக்கமும், திரும்பத் திரும்ப நிகழ்கின்ற ஜீன் மாற்றத்தினால் ஏற்பட்டதென்று **ஆ. ஏ. எமெர்ஸன்** (1913, 14) மக்காச்சோளக் கனித்தோலில் செய்த ஆய்வுகளினால் கண்டுபிடித்தார்; தனித்த ஒத்த பண்புடைய செல்லில் உள்ள இரு ஜீன்களில் ஒரு ஜீனில் மட்டுமே சடுதிமாற்றம் நிகழும் என்று கண்டுபிடித்தார்.

டிரோசோஃபைலாப் பூச்சியில் பிரிட்ஜஸ் செய்த சோதனைகளிலிருந்து புதிய விஞ்சுதன்மையற்ற ஜீன்களும், பல புதிய பாலிணைவு அடங்குதன்மை பெற்றவையும் மரபு வரிசையில் **(pedigree)**.

உண்டாகின்றன என்றும் அறிந்ததால், இவற்றிலிருந்து சடுதி மாற்றம் என்பது ஒரு செல்லில் ஒரு ஜீனில் உண்டாகிறது என்பதும், இது வளர்ச்சியில் எந்த நிலையிலும் உண்டாகலாம் என்பதும் உறுதிப்படுத்தப்பட்டது. மரபு வழியின் (germline) ஒவ்வொரு செல்லின் ஒவ்வொரு நிலையிலும் உள்ள சடுதிமாற்றத்தின் நிகழ் விரைவு ஒரே மாதிரியாக இருக்கும் என்று முல்லர் கண்டுபிடித்தார்.

மாற்றுப் பண்புகளையுடைய பாலிணைவுக் குறிஜீன்களுடைய (marker genes) தனித்த பெண்களின் பால் விகிதங்களைப் (sex-ratios) பற்றி முதலில் முல்லரும், ஆல்டென்பர்க்கும் ஆராய்ந்தனர். இம் முறையினால் பாலிணைவுக் கொல்லி ஜீன்களின் நிகழ்விரைவினைக் கண்டுபிடித்தார். முல்லர் பிறகு ClB குரோமோசோம்களைத் தம் செயல்முறைகளுக்குப் பயன்படுத்தினார். இதனால் குரோமோசோம் பாலிணைவுக் கொல்லி ஜீன்களைக் கண்டுபிடிப்பது சாத்தியமாகிறது.

1895ஆம் ஆண்டில் ரோன்ட்ஜன் (Rontgen) என்பவர் X-கதிர்களைப் பற்றி அறிவித்தார். கதிர் வீச்சுகளினால் (radiations) புண்களை (burns) ஸ்டீவென்ஸ் (Stevens) உண்டாக்கினார். இதிலிருந்து X-கதிர்கள் பற்றியும், அதன் விளைவு பற்றியும் பல ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. கதிர் வீச்சுகளினால் இருதய நோய்கள், தலைவலி, தூக்கமின்மை ஆகிய நோய்கள் உண்டாகின்றன என்று ஸிகுய் (Seguy) என்பவரும், குயுனிசெட் (Quenisset) என்பவரும் ஆராய்ந்தறிந்தனர். நோயாளியின் மூக்கிலிருந்த வளரியினைக் (tumour) குணப்படுத்தக் கதிர் வீச்சுகள் பயன் பட்டன என்று ஸ்டீன்பெக் (Steenbeck, 1900) கண்டுபிடித்தார்.

அதிக ஆற்றல் வாய்ந்த கதிர்வீச்சுகளினால் சடுதிமாற்றங்களைச் செயற்கையாக உண்டாக்கலாம் என்று மக்டகல் (Macdougal), வைல் (Vail), ஷல் (Shull), மார்கன், லோப், பான்க்கிராஃப்ட் (Boncroft) முதலானோர் ஆய்ந்தறிந்தனர். சில சமயங்களில் கதிர்வீச்சு இல்லாதபொழுதும் சடுதிமாற்றம் நிகழுகிறது. இதற்குச் சரியான காரணம் தெரியவில்லை.

கதிர்வீச்சினால் குரோமேடிடுகள் சேதம் அடைகின்றன என்று பான், (Bohn, 1903) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். லிலியம் (lilium) செடியில் கதிர்வீச்சினால் குரோமோசோம்கள் துண்டுகளாகின்றன என்று கூர்னிக் (Koernicke, 1905) கண்டுபிடித்தார்.

டிரோசோஃபைலாப் பூச்சியில் கதிர்வீச்சினால் ஏற்படும் மரபியல் விளைவுகளை மாவர் (Mavor) ஆராய்ந்தார்; X கதிர்வீச்சு

களினால் நான்-டிஸ்ஜன்ஷன்களின் நிகழ்விரைவுகளும், மாறி இணை தலின் நிகழ்விரைவுகளும் அதிகமாகின்றன என்று கண்டார். இக் கருத்தினை ஆன்டெர்சன் உறுதிப்படுத்தினார்.

முல்லர் CIB செயல்முறையில் X கதிர்வீச்சினால் ஏற்பட்ட விளைவுகளை ஆய்ந்தறியப் பயன்படுத்தினார்; X கதிர்களினால் புதிதாக உண்டாகும் கொல்லிகளின் நிகழ்விரைவு அதிகரிக்கிறது என்று கண்டார். இதுதான் செயற்கை முறையில் தூண்டப் பெற்ற சடுதிமாற்றத்திற்குரிய முதல் உதாரணமாகும். ஸ்டேட்லர் (Stadler) இதேவிதமான முடிவினை பார்லியில் கண்டுபிடித்தார். இவர் கதிர்வீச்சினால் 48 சடுதிமாற்றங்களை உண்டாக்கினார்; அதிக ஆற்றல் வாய்ந்த கதிர்வீச்சு மனிதனுக்கும் அவன் சந்ததிக்கும் கெடுதியை விளைவிக்கும் என்றும் கூறினார்.

ஸ்டேட்லர் பார்லி விதையில் செய்த ஆய்வுகளின் மூலம் கீழ்க் கண்ட உண்மைகளைக் கண்டுபிடித்தார் :

1. வளர்வடங்கிய நிலையில் உள்ள விதைகளைவிட நீரில் நனைக்கப்பட்டு முளைக்க ஆரம்பித்த விதைகளில் 8 மடங்கு சடுதி மாற்ற வீதம் அதிகமாகிறது.

2. கதிர் வீச்சுச் சமயத்தில் சடுதிமாற்ற வீதம் வெப்ப நிலையினின்று தன்னிச்சையானது.

3. கதிர்வீச்சின் அளவினை அதிகரித்தால் சடுதிமாற்ற வீதமும் அதிகமாகும்.

டிரோசோஃபைலாட் பூச்சியில் ரேடியம் கதிர்வீச்சுகள் கொல்லிகளை அதிகரிக்கின்றன என்றும், சடுதிமாற்றத்திற்கு அயனியாகுதல் காரணம் என்றும், அயனியாதல் அதிகமானால் சடுதிமாற்றமும் அதிகமாகும் என்றும், ஹான்சென் (Hansen) என்பவரும், ஹேய்ஸ் (Heys) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர்.

டிரோசோஃபைலாப் பூச்சி, எலிகளில் செய்த சோதனைகளில் உயிரினங்களின் பல வளர்நிலைகளிலும் கதிர் வீச்சினால் ஏற்பட்ட விளைவுகள் மாறுகின்றன என்று லூனிங் (Luning), ரஸ்ஸல் (Russel) என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள்.

வேதிப்பொருள் சடுதிமாற்றம் (chemical mutation) என்றும், கடுகு வாயுவினால் (mustard gas) உண்டாக்கலாம் என்றும், இச் சடுதிமாற்றம் X கதிர்களினால் உண்டாக்கிய சடுதிமாற்றத்தினை ஒத்தது என்றும் அவுர்பாக் (Auerbach), ராப்சன் (Robson, 1941) முதலியவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள்.

(11) இட விளைவு (Position Effect)

கதிர் வீச்சின்றி டிரோசோஃபைலாவில் பார்-கண் (bar-eye) என்ற சடுதிமாற்றம் நிகழ்ந்தது. இது பாவிணைவு விஞ்சுதன்மை பெற்ற பண்பு. இது சில சமயம் இயற்கைவாழ் பண்பிற்கு மாறலாம். ஜெலினி (Zeleny, 1919, 20) இதை ஆராய்ந்து, 1600 பூச்சிகளில் ஒன்றில் இயற்கைவாழ் எதிரிடைப்பண்பு B^+ ஆக இருக்கலாம் என்று அறிவித்தார். இந் நிகழ்ச்சி, முட்டையின் வளர்ச்சி முதிர்வின்போது பெண்களில் ஏற்படுகிறது. இதைத் தவிர, 'இரட்டை பார் வகை'யும் (double bar type) உண்டாக்கப் படுகிறது. இதுவும் இயற்கைவாழ் பண்பிற்குத் திரும்பலாம். இச் செயல் பெண் பூச்சிகளில் குன்றல் பகுப்பின்போது நிகழ்கிறது.

சமமின்றி மாறி இணைதலால் (unequal cross overs) ஒரு குரோமோசோம் பாருக்கு (bar) வலப்பக்கம் (right) முறிகிறது ; மற்றொன்றில் இடப்பக்கம் முறிந்து இரண்டு மாறி இணைதல்களை உண்டாக்குகிறது. பார் என்பது உமிழ்நீர்ப் பகுதி (salivary section) ரிபீட் (repeat) என்னும் பண்பு நிகழ்வதனுல் உண்டா கிறது.

குரோமோசோமில் ஜீன் அமைந்துள்ள இடத்திற்கும், அதன் செயலுக்கும் தொடர்பில்லை. இவ்விதமான இடவிளைவு பல இடங்களிலும் வியாபித்துள்ளது. குரோமோசோம் மறு அமைப் பிற்குத் தொடர்பில்லாமல் இடவிளைவினை லூயிஸ் (Lewis, 1945) கண்டுபிடித்தார்.

தனியான, பழமையான ஜீனில் கூட்டு எதிரிடைப் பண்புகள் (multiple alleles) மாறுதல்களைக் குறிக்கின்றன. அவற்றைக் கண்டுபிடிக்க இரண்டு அளவுக்கருவிகள் உள்ளன. அவை குரோமோசோமில் ஒரே இடத்தில் அமைந்துள்ளன. அவை மாறி இணைவதனுல் பிரிக்கப்படுவதில்லை. இரண்டும் மற்றதன் இயற்கை வாழ்வகை எதிரிடைப் பண்பினைப் பெறுததனுல் அவற்றின் மாற்றுப் பண்புடைய ஸைகோட், பொதுவான அடங்குதன்மையுடைய புறத்தோற்ற வகைக்குச் சடுதிமாற்றம் பெற்றதாக உள்ளது. இந்த ஒப்பு அளவுக் கருவிகள் ஒத்தியங்குவதில்லை. இவற்றைப் 'போலி அலீல்களுடையவை' (pseudo allelic) என்று லூயிஸ் கூறுகிருர். புறத்தோற்றத்தில் டிரான்ஸ் (trans) மாற்றுப்பண்புடைய ஸைகோட் சடுதிமாற்றம் பெற்றதாக உள்ளது; ஆனுல் இயற்கை வாழ்வகையும், இரட்டைச் சடுதிமாற்றம் பெற்றதும் மாறி இணை தலினுல் திரும்பவும் அமைக்கப் பெறுவதில்லை. மற்றது இழந்த இயற்கைவாழ் சேர்க்கையைச் சடுதிமாற்றம் பெற்றது வைத்துக்

கொண்டிருக்கிறது. ஆனால் அவற்றைச் சேர்த்த ஒரு குரோமோ சோம் பகுதி ஒரு செயல் அலகாகி, ஒருமித்த ஒரு குரோமோசோம் ஆக, இயற்கைவாழ் புறத்தோற்ற வகையினை உண்டாக்குகிறது.

அடிப்படையான ஜீன் கொள்கை பற்றியும், வளர்ச்சியில் அதன் விளைவு பற்றியும் பல விவாதங்கள் எழுந்துள்ளன. ஜீன் கருத்தினை விட்டுவிட்டு, குரோமோசோம் வளர்ச்சியின் அலகாகக் கருதப்பட வேண்டும் என்றும், சடுதிமாற்றங்கள் அனைத்தும் குரோமோசோம் சிறு பகுதிகளின் மாறி அமைந்ததனாலும், அதனால் ஏற்பட்ட இட விளைவினாலும் உண்டாயிற்று என்றும் கோல்ட்ஸ்மிட் (1946) கருதினார். வளர்ச்சியில் ஜீன்களுக்கும் அவற்றின் விளைவுகளுக்கும் உள்ள அடிப்படைக் கொள்கையினை இட விளைவு காட்டுகிறது.

(12) நியூக்ளியக் அமிலங்கள் (Nucleic Acids)

உயிரினங்களில் காணப்படும் மிகப் பெரிய வியத்தகு மூலக்கூறுகள் நியூக்ளியக் அமிலங்களில் உள்ளன. இயற்கையில் இவை நியூக்ளியோ புரதங்களாகக் கிடைக்கின்றன. ஸ்விட்ஸர்லாந்து நாட்டின் உயிரிவேதியியல் அறிஞரான ஃபிரீடிரிக் மீய்ஷெர் (Friedrich Miecher) என்பவர் 1868ஆம் ஆண்டில் நியூக்ளியக் அமிலங்களைக் கண்டுபிடித்தார். இதன் முக்கியத்துவம் 1940ஆம் ஆண்டுவரை அறியப்படாமலிருந்தது.

மீய்ஷெர் விந்து செல்களிலிருந்து நியூக்ளியக் அமிலத்தைப் பிரித்தெடுத்து, அதற்கு நியூக்ளீன் (nuclein) என்று பெயர் கொடுத்தார். நியூக்ளியக் அமிலத்தில் கார்பன், ஆக்ஸிஜன், ஹைட்ரஜன், நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ் போன்ற தனிமங்கள் உள்ளன. நியூக்ளியக் அமிலங்கள் நியூக்ளியஸில் மட்டுமின்றி, சைட்டோபிளாசத்திலும் காணப்படினும், நியூக்ளியக் அமிலம் என்ற பெயரினாலேயே அவற்றை அழைக்கிறோம்.

உயிரிவேதியியல் ஆய்வுகளினால் நியூக்ளியக் அமிலம் சிறிய வைரஸ் முதற்கொண்டு பெரிய தாவர விலங்கு மனிதனிலும் பொதுவாகக் காணப்படுகிறதென்று அறிகிறோம். நியூக்ளியக் அமில மூலக்கூறுகள் உயிரினங்கள் அனைத்திலும் உள்ள அடிப்படையான உயிருக்கு ஆதாரமான செயல்களைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. எனவே, இவை 'உயிரின் சாரம்' (essence of life) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

நியூக்ளியக் அமிலம் ஒரு பெரிய மூலக்கூற்றினால் ஆகியது என்று ஆல்பிரெச்செட் கோசெல் (Albrechet Kossel) என்பவரும்,

பி. ஏ. லெவீன் (P. A. Levene) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர். நியூக்ளியக் அமிலம் பிரிக்கப்பட்டபொழுது அதில் பல துணை அலகுகள் காணப்பட்டன. அவை நைட்ரஜன் பேஸ்களாகவும் (nitrogen bases), பென்டோஸ் சர்க்கரை ஆகவும் (pentose sugar), பாஸ்பாரிக் அமிலமாகவும் (phosphoric acid) உள்ளன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. நைட்ரஜன் பேஸ்கள் இரு வகைப்படும் :

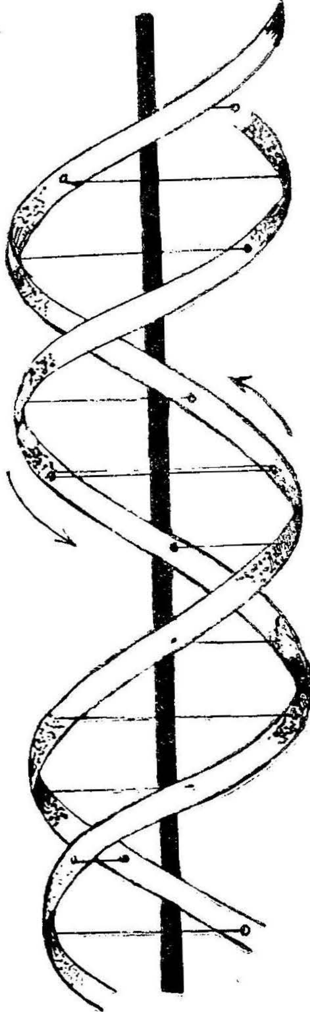
1. பியூரைன் பேஸ்கள் (உ.ம்.) அடினீன், குவானீன்.
2. பிரிமிடீன் பேஸ்கள் (உ.ம்.) ஸீடோசீன், தைமீன்.

பென்டோஸ் சர்க்கரை டி ஆக்ஸி ரிபோஸ் என்ற 5-கார்பன் சர்க்கரையாக உள்ளது. இது முதல் ஆக்ஸி ரிபோ நியூக்ளியக் அமிலம் அல்லது DNA என்று அழைக்கப்படும். மற்றொன்று RNA என்ற ரிபோ நியூக்ளியக் அமிலம் என்று அழைக்கப்படும். RNA முதன்முதலில் ஈஸ்ட் செல்களிலிருந்து எடுக்கப்பட்டது. RNA, DNA-யினை எல்லாவிதத்திலும் ஆச்சரியகரமான முறையில் ஒத்துள்ளது. DNA-யிலிருந்து RNA ஒரு பிரிமிடின் பேஸிலும், ஒரு பென்டோஸ் சர்க்கரையிலும் மாறுபடுகிறது. RNA-யில் DNA-யில் இருப்பதைப் போன்ற பியூரின் பேஸ்களான அடினீன் குவானின்கள் உள்ளன. பிரிமிடீன் பேஸ்களில் ஸீடோஸீனும், யுரேசிலும் உள்ளன. DNA மூலக்கூற்றில் தைமினுக்குப் பதிலாக யுரேசில் அமைந்துள்ளது. எல்லாச் செல்களிலும் DNA, RNA என்ற நியூக்ளியக் அமிலங்கள் காணப்படுவதாக பாஹ்ரென்ஸ் (Bahrens) என்பவர் நிரூபித்தார்.

DNA நியூக்ளியஸில் உள்ள நியூக்ளியக், அமிலத்தில் அதிகமாக உள்ளது. RNA சைடோபிளாசத்தில் அதிகமாக உள்ளது. சிறிய அளவிலான DNA மிடோகோண்டிரியாவில் உள்ளதென நாஸ் (Nass, *1965*) கூறுகிறார். DNA பசுங்கணிகங்களில் உள்ளதாக கிபார், இஸாவா (Gibor, Izawa, *1963*) என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள்.

DNA-யின் மூலக்கூற்று எடை பல இலட்சங்களில் இருக்கும். RNA-யின் மூலக்கூற்று எடை DNA மூலக்கூற்று எடையைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும் என்று கருதப்படுகிறது. புகையிலைப் பல்வண்ணநோய் வைரஸில் உள்ள RNA-யின் மூலக்கூற்று எடை *3* இலட்சமாக உள்ளன. ஆனால், இது *61,000* மூலக்கூற்று எடைகளுடைய துணை அலகுகளாகப் பிரிந்துவிடுகின்றன; காரநீர்ப்பகுப்பினால் (alkaline hydrolysis) *15,000* மூலக்கூற்று எடையுடைய துணையலகுகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு செல்லிலும் பல வகையான RNA-க்கள் காணப்படுகின்றன.

DNA-யின் அமைப்பு (DNA - Structure)-வாட்சன்கிரிக் மாதிரி (Watson Crick Model): DNA என்பது ஒரு பெரிய மூலக்கூறு. இதில் பல டி ஆக்ஸிரிபோடைடு (de oxyribotide) அலகுகள் உள்ளன. இதன் மூலக்கூற்று எடை 10^6க்கு மேற்பட்டது. நொதிகள், நிறமாலையறி கருவி, எலெக்ட்ரானின் நுண்ணோக்கி ஆகியவற்றைக்கொண்டு ஆராயும்போது, DNA மூலக்கூறு நீளமான அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளது என்று தெரியவருகிறது. X-கதிர் விலகல் முறையில் (X-ray defraction method) ஆராயும்போது, இது X கன பரிமாண (3 dimensional) அமைப்புடையது என்றும், இதன் துணை அலகுகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன என்றும் தெரிய வருகிறது. 1953ஆம் ஆண்டில் எப். எச். ஸி. கிரிக் (F. H. C. Crick), ஜே. டி. வாட்சன் (J. D. Watson), எம். எஃப். எச். வில்கின்ஸ் (M. F. H. Wilkins) ஆகியவர்கள் DNA மூலக்கூற்றினைப் பற்றி ஆராய்ந்தார்கள். வாட்சனும் கிரிக்கும் DNA பற்றி ஒரு 'மாதிரி' அமைப்பினை (model structure) உருவாக்கினார்கள். இது வாட்சன்-கிரிக் DNA மாதிரி [(Watson-Crick DNA Model) என்று சொல்லப்படும்.



படம் 82. DNA-யின் அமைப்பு

இதன் சிறப்பு அமிசங்களாவன :

1. DNA மூலக்கூற்றில் பாஸ்பேட் - சர்க்கரையினால் ஆகிய இரட்டைச் சுருள் (double helix) இழைகள் காணப்படும். இதே மாதிரியான அமைப்பினை X-கதிர் படங்களின்மூலம் வில்கின்ஸ்

கண்டறிந்தார். இரு சுருள் இழைகளும் ஒரு மைய அச்சினை ஒட்டிச் சுற்றப்பட்டிருக்கும். இவற்றின் செங்கோணத்தில் (**right angle**) நியூக்ளியோடைடு பேஸ்கள் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். வாட்சன்-கிரிக் மாதிரி உருவத்தின்படி இரட்டைச்சுருள் வளைந்து சர்க்கரை-பாஸ்பேட்டால் ஆகிய ஏணிகளைப் போன்றும், நியூக்ளியோடைடு பேஸ்கள் ஏணிப் படிகளைப் போன்றும் அமைந்துள்ளன.

2. DNA மூலக்கூற்றின் மையத்தில் உள்ள பேஸ்களில் ஒரு பியூரின், ஒரு பிரிமிடீன் என்ற வரிசையில் நியூக்ளியோடைடு பேஸ்கள் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பினால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அடீனின், குவானீன் என்ற பேஸ்கள் தைமீன், சைடோஸீன் என்ற சிறிய பேஸ்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

இத்தகைய பாஸ்பேட்-சர்க்கரை இரட்டைச் சுருளும், பியூரின் பிரிமிடீன்களும் உலகில் உள்ள உயிரினங்கள் அனைத்திலும் பொதுவாகக் காணப்படுகிறது. வைரஸ் முதல் ஆலமரம் வரையிலும், அமிபா (Ameba) முதல் யானைவரையிலான உயிரினங்கள் யாவற்றிலும் DNA மூலக்கூறு ஒரே மாதிரியாக உள்ளது என்பது வியப்பைத் தரவில்லையா? அவ்வாறாயின், எளிய சிறிய உயிரினத்திற்கும், சிக்கலான பெரிய உயரினத்திற்கும் உள்ள அடிப்படையான வேற்றுமைகள் எவ்வாறு உண்டாயின? DNA மூலக்கூற்றில் அமைந்துள்ள பியூரின் பிரமிடீன் வரிசைகளின் எண்ணிக்கையில் உள்ள எண்ணிக்கை மாறுபாடுகளும், அமைப்பு மாறுபாடுகளுமே சிறிய உயிரினத்தையும் பெரிய உயிரினத்தையும் தீர்மானிக்கின்றன.

RNA-யின் அமைப்பு (Structure of RNA): RNA மூலக்கூறு ரிபோடைடுகளினால் (rebotides) ஆகியவை. RNA-யின் இரு நியூக்ளியோடைடுகளைப் பாஸ்பேட்டுகள் இணைக்கின்றன. RNA மூலக்கூற்றில் உள்ள பேஸ்களின் சேர்க்கை ஒழுங்கின்றி மாறுபாடுகளுடன் காணப்படும். செல்லில் பலவிதமான RNA-க்கள் உள்ளன தூது RNA (messenger RNA), ரிபோசோமல் RNA (ribosomal RNA), மாற்றி RNA (transfer RNA) அல்லது கரையும் RNA (soluble RNA) என்பவை செல்களில் உள்ளன.

செல்லில் உள்ள மொத்த RNA அளவில் ரிபோசோமல் RNA 60 முதல் 80 சதவீதம் உள்ளது. அதன் மூலக்கூற்று எடை 5×10^5 முதல் 2×10^6 வரை மாறுபடும்.

MRNA நியூக்ளியஸிலிருந்து உண்டாகி, ரிபோசோம்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இதன் மூலக்கூறு 5×10^4 முதல் 5×10^5 வரை வேறுபட்டு இருக்கும்.

தாவரங்களில் சுமார் 20 வகையான அமினோ அமிலங்கள் இருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வோர் அமினோ அமிலமும் தயாரிக்க ஒரு tRNA தேவையாய் உள்ளது. DNA மூலக் கூற்றில் அமைந்திருப்பதைப் போல RNA மூலக்கூற்றில் இரட்டைச் சுருள் அமைப்புக் காணப்படுவதில்லை. இதற்குக் காரணம் RNA-யில் உள்ள பேஸ்கள் ஒழுங்கின்றி அமைக்கப்பட்டுள்ளன. RNA-யின் இரட்டைச்சுருள் நடுவில் மடிந்த ஒரே சங்கிலியால் ஆகிய பல வளையங்களைக்கொண்டுள்ளன என்று **வில்சன்** கூறுகிறார்.

DNA-யின் உயிரியல் முக்கியத்துவம் (The Biological Importance of DNA) : உயிரினங்களின் மரபியல் சங்கேதங்கள் DNA-யில் உள்ளன. ஒரு ஜீன் என்பது குறிப்பிட்ட வகையான டி ஆக்ஸி ரிபோ நியூக்ளியோடைடுகளைக் கொண்டது. இவை குறிப்பிட்ட வகையான அமினோ அமிலங்களையும், புரதங்களையும் உண்டாக்க வகை செய்கின்றன. புரதச் சேர்க்கைக்கு DNA மறைமுகமாக உதவி செய்து வருகிறது. DNA ஒரு குறிப்பிட்ட RNA வகையினை உண்டாக்குகிறது. DNA-யிடமிருந்து பெற்ற செய்தியை RNA, tRNA-யிடம் தெரிவித்து, tRNA ரிபோசோமில் குறிப்பிட்ட வகை அமினோ அமிலங்களையும் புரதங்களையும் உண்டாக்குகின்றன.

மரபியல் சங்கேதமும் புரதச்சேர்க்கையும் (Genetic Code and Protein Synthesis) :

DNA ——————→ RNA ——————→ புரதம்
உண்டாக்குகிறது செயலாக்குகிறது
மரபியல் சங்கேத ஓட்டம்

DNA இரட்டிப்பினால் சம அளவிலான புதிய குரோமோசோம்களும், செல்பகுப்பின்போது புதிய நியூக்ளியஸ்களும் உண்டாக்கப்படுகின்றன. குன்றல் பகுப்பின்போது DNA-யின் ஒரு பகுதி ஓர் இனத்தின் செல்லில் நுழைந்து, மீண்டும் மற்றோர் இனச் செல்லிலிருந்து வந்த DNA இழைகளுடன் இணைந்து, புதிய உயிரினத்தை உண்டாக்குகிறது.

RNA-யின் உயிரியல் முக்கியத்துவம் (The Biological Importance of RNA) : DNA-யிடம் மரபியல் சங்கேதங்களைப் பெற்ற RNA, அச் சங்கேதங்களுக்கு ஏற்றவாறு செயல்படுகிறது. இதற்கு அடாப்டெர் கோட்பாடு (**adapter hypothesis**) அல்லது சரிசெய்து கொள்ளும் கோட்பாடு என்று பெயர். இச் சங்கேதங்களுக்கு ஏற்றவாறு புரதங்களையோ, நொதிகளையோ உண்டாக்கி, அவற்றின் மூலம் உயிரினங்களின் பண்புகளை நிர்ணயிக்கின்றன.

(13) செயலியலான மரபியல் (Physiological Genetics)

குன்றல் பகுப்பு, கருவுறுதல் நிகழ்ச்சிகளின்போது ஜீன்களும், குரோமோசோம்களும் எவ்வாறு அமைந்துள்ளன என்ற ஆய்வுகளிலிருந்து மரபியலின் தத்துவங்கள் உணரப்பட்டன. ஜீன்கள் தோற்றுவிக்கும் விளைவுகளை, அவை எவ்வாறு கொண்டு செல்லப்படுகின்றன என்பதனையும் உயிரினங்களின் புறத்தோற்றத்தில் (**phenotype**) காணும் மாறுபாடுகளிலிருந்து அறிந்துகொள்ளலாம். பரிணாம மட்டத்தில் மேல்நிலையில் உள்ள தாவரங்களிலும், விலங்குகளிலும் அவற்றின் புறத்தோற்றத்தை நேரிடையாக ஜீன்கள் நிர்ணயம் செய்வதில்லை. ஜீன்களின் வளர்ச்சிச் செயல்களை ஒன்று அல்லது ஒரு சில ஜீன்கள் தொடங்குகின்றன. அதிலிருந்து தொடர்ந்து ஏற்பட்ட செயல்களை மற்ற ஜீன்களும், வெளி, உட்காரணிகளும் கட்டுப்படுத்தி, இறுதியாக உயிரினங்களில் ஒரு புறத்தோற்றம் உண்டாக்கப்படுகிறது. எவ்வாறு ஜீனோடைப் (**genotype**) வளர்ச்சியடைந்த பண்பிற்குத் தொடர்புடையது என்று மரபியல் அறிய முயலுகிறது. உயிரினத்தில் காணும் பல சிக்கலான பண்புகளை ஆயிரக்கணக்கான ஜீன்கள் எவ்வாறு உருவாக்குகின்றன ?

பாரம்பரியப் பண்புகள் எவ்வாறு இறுதியான உருவ அமைப்பினை உருவாக்குகின்றன என்ற செயல்முறையினை ஆராய வேண்டும். ஜீன்களின் உறவு முறைகளையும், பண்புகளையும் அறிய, குறிப்பிட்ட **AA**, **Aa**, **aa** என்ற ஜீனோடைப்புகளுடன் இணைந்த புறத்தோற்றங்களின் மாறுபாடுகளை ஆராய்ந்து அறிய வேண்டுவது அவசியமாகிறது. உயிரினங்களில் காணும் ஒரு பண்பு வளர்ச்சி எவ்வாறு உருவாகிறது என்பதை ஆராய வேண்டும். இத்தகைய அறிவியல் துறை ஆய்வு 'தோற்ற மரபியல்' (**phenogenetics**) என்று சொல்லப்படும் என்று ஹேக்கர் (**Haecker, 1918**) என்பவர் கூறுகிறார். உயிரினங்களின் அமைப்புகள், செயல்கள், அவற்றில் காணும் மரபியல் மாறுதல்களுக்குரிய பொருள்கள் ஆகியவற்றைப் பற்றி அறிவதே தோற்ற மரபியலின் நோக்கமாகும். ஜீன்கள் எவ்வாறு வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்பதை அறிவதே வளர்முறை மரபியலின் (**developmental genetics**) முதல் பிரச்சினை ஆகும்.

குறிப்பிட்ட சில பொருள்களை உண்டாக்க ஜீன்களின் ஆதிக்கம், மாறுபாடுகளின் செயல்முறைகள் இவற்றைப் பற்றி ஆராய வேண்டும். இத்தகைய மாறுபாடுகள் செல்லின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் ஏற்படுகின்றன. பிறகு அவை புறத்தோற்றத்தினை உரு

வாக்குவதில் ஆதிக்கம் செலுத்துகின்றன. ஜீன்கள் எவ்வாறு வளர்சிதை மாற்றங்களைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்று காண்போம். இப் பிரச்சினைகளைப் பற்றி ஆய்வதுதான் செயலியலான மரபியல் எனப்படும்.

குறிப்பிட்ட ஜீனோடைப் மாறுதலுடன் உயிரினங்களின் வளர்ச்சிச் செயலினை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது, வளர்ச்சியுற்ற பண்பு மாறுபாடுகளிலிருந்து ஆய்வுகள் தொடங்கி, புறத்தோற்றத்தினை ஆராய்ந்து, பிறகு அம் மாறுபாடுகள் எவ்வாறு தோன்றின என்று அமைப்பியல் ஆய்வுகளின்மூலம் பின்னோக்கி ஆராய்ந்து செல்ல வேண்டும்.

இரு ஜீனோடைப்புகளின் வளர்சிதை மாற்றத் தொகுப்பினை **(metabolic system)** அறிந்துகொள்ள, குறிப்பிட்ட சேர்மங்கள் **(compounds)** எவ்வாறு சேர்த்துக்கொள்ளப்படுகின்றன அல்லது அழிக்கப்படுகின்றன என்றும், அவற்றிற்குக் காரணமான மாறுபாடுகளைப் பற்றியும், அவற்றிற்கு உதவும் ஆற்றல், நொதிகளைப் பற்றியும் ஆராய வேண்டும். செல்களுக்கு இடையே நடைபெறும் வளர்சிதை மாற்றத்தைவிட, செல்களினுள்ளே நடைபெறும் வளர்சிதை மாற்றங்கள் முன்னால் நடைபெறுகின்றன; அதைவிட முக்கியத்துவமும் வாய்ந்தவை.

அஸிடேபுலேரியாச் சோதனைகள்: வளர்சிதை மாற்ற வளர்ச்சிச் செயல்களை நியூக்ளியஸில் உள்ள ஜீன்கள் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இக் கட்டுப்பாட்டின் ஆதிக்கத்தினால் சைடோபிளாசத்தில் பல மாறுபட்ட விளைவுகள் ஏற்பட்டு, அவற்றின் காரணமாக உயிரினங்களின் வளர்சிதை மாற்றங்கள் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. உதாரணமாக, அஸிடேபுலேரியா **(Acetabularia)** என்னும் ஒரு செல்லினால் ஆகிய சைஃபோனேலிஸ் **(Siphonales)** என்னும் பெருங் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பசும்பாசியில் மூன்று பகுதிகள் உள்ளன:

(1) மட்டநிலத் தண்டு **(rhizome)** அல்லது பற்றுருப்பு **(holdfast)**

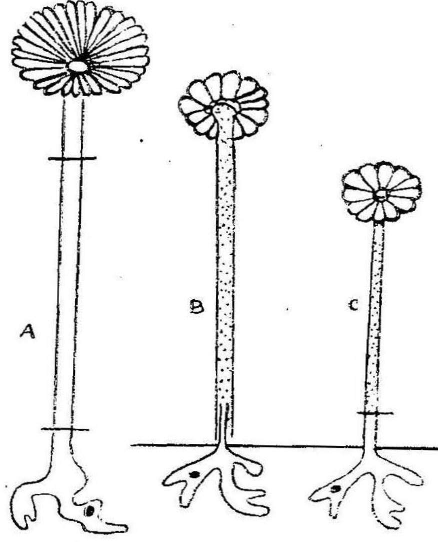
(2) காம்பு **(stalk)**

(3) தொப்பி **(cap)** அல்லது குடை போன்ற பகுதி.

பாசி முழுவதற்குமான ஒரே நியூக்ளியஸ் மட்டநிலத் தண்டில் அமைந்துள்ளது.

பாசியின் காம்பையும், குடைப்பகுதியையும் வெட்டிவிட்டால், நியூக்ளியஸ் அமைந்த மட்டநிலத்தண்டுப் பகுதி மட்டும்

மற்றப் பகுதிகளைப் புதிதாக உண்டாக்கிக்கொள்ளும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளது என்று ஹேம்மெர்லிங் (Hammerling) என்பவர் கண்டு



படம் 83. அஸிடேபுலேரியா செயலியலான மரபியல் சோதனைகள்

A. அ. மெடிடெர்ரேனியா
B. அ. வெட்ஸ்டீனிஐ
C. A-யின் தண்டுப்பகுதியும், C-யின் பாதப்பகுதியும் சேர்ந்த கலப்புயிரி

பிடித்தார். குடைப்பகுதியை உண்டாக்குவதற்கு வேண்டிய பொருள்கள் நியூக்ளியஸிலிருந்து தோன்றிக் காம்புப் பகுதியின் வழியாகச் செலுத்தப்படுகின்றன.

குடைப்பகுதியின் உருவ அமைப்பினை ஆதாரமாகக்கொண்டு இப் பாசியைப் பல இனங்களாகப் பிரிக்கலாம். மாறுபட்ட இனங்களின் நியூக்ளியஸ் உள்ள பகுதியையும், நியூக்ளியஸ் இல்லாத பகுதியையும், ஒட்டுமுறையின் மூலம் (grafting) இணைத்தால் குடைப் பகுதியை உண்டாக்குவதற்குரிய பொருள்கள் மற்ற இனங்களின் சைடோபிளாசத்தினுள் செல்ல வேண்டியிருந்தாலும், குறிப்பிட்ட உருவமுடைய குடைப்பகுதியைக் குறிப்பிட்ட நியூக்ளியஸ் தீர்மானம் செய்கிறது.

இங்குத் தனிச் செல்லின் உறுப்பு அமைப்புத் தோற்றத்தினைச் (morphogenesis) சைட்டோபிளாசத்தில் உள்ள மாறுபாடுகளின் மூலம் நியூக்ளியஸ் கட்டுப்படுத்துகிறது. ஜீன்களிடமிருந்து செய்முறைகளைப்பெற்ற பொருள்கள் செயல் புரிவதால், இவற்றை ஹார்மோன்கள் என்று கூறலாம். மற்றவற்றில் ஜீனுடைப்பின் குறிப்பிட்ட செயல்களை நொதிகள் செய்கின்றன. ஜீன்கள் எவ்வாறு செயலாற்றுகின்றன என்று படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் ஜீனுக்கும் மாறுபட்ட அமைப்பு நிலைகளின் விளைவுகளுக்கும் உள்ள உறவுமுறை விளக்கப்பட்டுள்ளது. வளர்சிதை மாற்றச் செயல்களை ஜீன்கள் எவ்வாறு கட்டுப்படுத்துகின்றன என்பதை அறிய முடியும்.

பூக்கும் தாவரங்களின் நிறமிகளை ஜீன்கள் கட்டுப்படுத்துவது (Genic Control of Pigments in Flowering Plants) : வளர்சிதை மாற்றச் செயல்களை ஜீன்கள் கட்டுப்படுத்தினால், அவற்றின் விளைவாக மாறுபட்ட வேதிச் செயல்கள் செய்யப்படுகின்றன. பூக்களின் மாறுபட்ட வண்ணங்களுக்குக் காரணமாக உள்ளன. பூக்களின் வண்ணங்களுக்குரிய ஜீன்கள் ஆதிக்க மாறுபாட்டுத்தோற்றுவிகளை வேதியலறிஞர்கள் கண்டுபிடித்துள்ளார்கள்.

நீரில் கரையும் ஆந்தோசயானின்கள் (anthocyanins), ஆந்தோசாந்தின்கள் (anthoxanthins) முதலியவை ஜீன்கள் எவ்வாறு கட்டுப்படுத்துகின்றன என்பதைப் பற்றிப் பல ஆய்வுகள் நடைபெற்றுள்ளன. இவை சிவப்பு, நீல வண்ணங்களையும், அவற்றின் சாயல்களையும் (shades) உண்டாக்குகின்றன. இவற்றின் வேதி அமைப்புகளில் காணும் வளையங்கள் ஒரே மாதிரியாக உள்ளன. ஆந்தோசயானின்கள் யாவும் அமிலத்தில் சிவப்பு நிறமாகவும், காரங்களில் (alkalies) நீல நிறமாகவும் இருக்கும். நிறமற்ற ஆந்தோசயானின்கள் இணைநிறமிகள் (co-pigments) என்று சொல்லப்படும்.

குறிப்பிட்ட தெரிந்த ஜீன்கள், குறிப்பிட்ட நிற வேறுபாட்டிற்கு உதவுகின்றன. நிறமியும், இணைநிறமியும் இருப்பது, ஆக்ஸீகரணக் குறைப்பின் அளவுகள் 'மிதில் தொகுதியின்' (Methyl groups) அமைவிடம், தராதர அமிலம் அல்லது காரத்தன்மை ஆகியவற்றை ஜீன்கள் நிர்ணயிக்கின்றன.

தாஹ்லியா வேரியபிலிஸின் (Dahlia variablis) பல இனங்களில் ஆந்தோசயானின்கள் இருப்பதற்கு ஒரு ஜீன் காரணமாகவும், மற்றொரு ஜீன் அந்த நிறமி அதிக அளவில் உற்பத்தி ஆவதற்கும் பொறுப்பாக உள்ளன. ஆந்தோசயானின் தன்னிச்சையாக

உண்டானாலும், மற்றத் தாவரங்களில் 2, 3 இணை ஜீன்கள் ஆந்தோசயானின் தோற்றத்திற்குக் காரணமாக உள்ளன. ஸ்னுப்டிராகன் (Snapdragon), மார்னிங் குளோரி (morning glory) போன்ற பூக்களில் ஆந்தோசாந்தின், ஆந்தோசயானின் இரண்டிற்கும் ஒரேவிதமான ஜீன்கள் பொறுப்பாக உள்ளன. அடங்கு தன்மையுடைய சடுதிமாற்றம் பெற்ற ஒரு ஜீன் இவ்விரண்டு கரையும் நிறமிகளின் உற்பத்தியையும் தடை செய்கிறது; அல்லது நிறமிகள் உண்டாக்கக்கூடிய தோற்றுவிப் பொருளினைத் (precursor) தடை செய்கிறது.

ஆந்தோசயானின் இருந்தால் மற்ற ஜீன்களின் மூலக்கூற்றில் உள்ள மாறுபாடுகளைத் தீர்மானிக்கின்றன. ஜீன்கள் ஃபினைல் வளையத்தின் (phenyl ring) ஆக்ஸீகரண அளவினைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இனிப்புப் பட்டாணிச்செடியில் AB என்ற ஜீன்கள் சேர்ந்தோ, A என்ற ஜீன் தனித்தோ டெல்ஃபினிடினையும் (delphinidin), aaBB ஜீன்கள் ஸயனிடினையும் (cyanidin), aabb என்ற ஜீன்கள் பெலார்கொனிடினையும் (pelargonidin) உண்டாக்கக் காரணமாக உள்ளன. அதிகமாக ஆக்ஸீகரணம் செய்யப்பட்ட நிறமிகள், குறைவாக ஆக்ஸீகரணம் செய்யப்பட்டவைக்கு விஞ்சு தன்மை பெற்றவையாக உள்ளன. பெலார்கோனியம் ஸொனேல் (pelargonium zonale) என்னும் பூவில் பூநிறமியில் சடுதிமாற்றம் பெற்றதால், ரோஜா இளஞ்சிவப்பு (rose pink) நிறத்திலிருந்து சால்மன் இளஞ்சிவப்பு (Salmon pink) நிறத்திற்கு மாறுகிறது. இம் மாற்றத்திற்குக் காரணம் ஆந்தோசயானின் மூலக்கூற்றில் 3வது இடத்தில் Hக்குப் பதிலாக OH அமைந்துவிடுகிறது என்றும், இதற்கு ஒரு ஜீன் பொறுப்பாக உள்ளது என்றும் ஸ்காட்-மன்க்ரீஃப் (Scott-Moncrieff) கண்டுபிடித்தார்.

நிறமிகள் உண்டாவதற்கு ஜீன்கள் காரணமாக உள்ளன. குறிப்பிட்ட ஜீன்கள் நிறமிகளுக்குக் காரணமான வேதிப்பொருளில் உள்ள அணுக்களின் அல்லது மூலக்கூறுகளின் அமைப்புகளைத் தீர்மானிக்கின்றன. இருந்தபோதிலும் ஜீனிற்கும் நிறமிகளுக்கும் உள்ள உறவுமுறை மறைமுகமானது. எவ்விதமெனின், ஜீன்கள் நேரிடையாக நிறமிகளை உண்டாக்குவதில்லை; ஜீன் நிறமிகளுக்குக் காரணமான நொதிகளை உண்டாக்குகின்றன. நொதிகள் தாவரத்தின் பொதுவான வளர்சிதைமாற்றச் செயல்களுக்கு இயைந்து, பல மாறுபாடுகளுடன் நிறமிகளை உண்டாக்குகின்றன. இவற்றை உண்டாக்குவதற்கு மற்ற ஜீன்களும் உதவுகின்றன.

தக்காளிப்பழத்தில் செய்த ஆய்வுகளிலிருந்து நீரில் கரையாத கரோடினாய்டு நிறமிகளின் அளவிற்கும், அமைப்பிற்கும்,

ஜீன்கள் காரணமாக உள்ளன என்று அறிகிறோம். இங்குக் குறிப்பிட்ட ஒரு ஜீன் கரோடின் நிறமியின் ஸ்டீரியோ ஐஸோமெரிக் உருவ அமைப்பினைத் (stereo-isomeric configuration) தீர்மானிக்கிறது.

நோய் எதிர்ப்புப் பொருள்களின் ஜீன் கட்டுப்பாடு (Genic Control of Antigens): மனிதனில் சிவப்பு இரத்தச்செல்களில் ABO என்ற இரத்தத்தொகுதி நோய் எதிர்ப்புப் பொருள்களுக்கும், ஜீன்களுக்கும் தொடர்பு உள்ளது. AB இரத்தத்தொகுதியுடைய மனிதனில் I^A I^B என்ற எதிரிடைப்பண்பு ஜீன்கள் காரணமாக உள்ளன. MN இரத்த வகையுள்ள மனிதனில் இரு நோய் எதிர்ப்புப்பொருள்களுக்கு ஒரே ஜீனில் உள்ள எதிரிடைகள் காரணமாக உள்ளன.

நோய் எதிர்ப்புப் பொருள்கள் என்பவை சிக்கலானவை. இவற்றை உருவாக்குவதற்குப் பல ஜீன்கள் காரணமாக இருக்கலாம். A இரத்தத்தொகுதிக்கான நோய் எதிர்ப்புப் பொருள் ஒரு பாலிசாக்கரைடு (poly saccharide) ஆக உள்ளது. இதன் வேதி அமைப்பிற்கும், நோய் எதிர்ப்புப் பண்பிற்கும் உள்ள உறவுமுறைசரியாக அறியப்படவில்லை. நோய் எதிர்ப்புத்திறன் அளவினைத் தீர்மானம் செய்யும் எதிரிடைப்பண்புகளுக்குள் ஏற்படும் செயல் எதிர்ச் செயல்களையும் (interactions), கலப்புயிரியில் குறிப்பிட்ட நோய் எதிர்ப்புப் பொருள் உண்டாவதும், எந்த வேதிச் சூழ்நிலையில் (chemical milieu) நோய் எதிர்ப்புப் பொருள் உண்டாகிறது என்பதும் கலப்புயிரியின் பண்பினைத் தீர்மானம் செய்கின்றன. நொதியின் செயல் திறனுடைய பகுதியாகிய புரோஸ்தெடிக் தொகுதியை எவ்வாறு அபோஎன்ஸைம் (apoenzyme) என்ற ஒரு புரதத்தின் ஒரு பகுதி தாங்கி நிற்கிறதோ, அதேமாதிரியாகச் செல்லில் தோன்றும் நோய் எதிர்ப்புப் பொருள்களைப் புரதங்கள் தாங்கி நிற்கின்றன. ஜீன்களுக்கும் அத்தகைய புரதங்களின் பேஸ்களுக்கும் உள்ள உறவுமுறை இன்றும் தெளிவாகத் தெரியவில்லை.

புரத அமைப்பும் ஜீனின் கட்டுப்பாடும் (Genic Control and Protein Structure): உயிருள்ள செல்களுக்கெல்லாம் புரதங்கள் இன்றியமையாதவை. அவை அமினோ அமிலங்கள் பெப்டைடு இணைப்புகளினால் (peptidelinkages) இணைக்கப்பட்டு உண்டாகிய சிக்கலான அமைப்புடைய பெரிய மூலக்கூறுகள். உயிரினங்களின் மாறுபட்ட இனங்களை, அவற்றில் உள்ள புரதங்களின் வேதி அமைப்பைக் கொண்டும், அவை தயாரிக்கும் குறிப்பிட்ட புரதங்களைக் கொண்டும் அறிந்துகொள்ளலாம். குறிப்பிட்ட புரதங்களினால்

ஆகிய நொதிகளையும், ஹீமோகுளோபின்களையும் உண்டாக்கும் செயலினை ஜீன்கள் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

மரபியல் இயல்பிற்குப் புறம்பான ஹீமோகுளோபின்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. ஹீமோகுளோபின் C என்பதற்கு **Si** என்ற எதிரிடை ஜீன் காரணமாக உள்ளது. இது குறிப்பிட்ட புரதம் உண்டாக்கக் காரணமாக உள்ளது.

நொதியின் உருவ அமைப்பு மாறுபாட்டிற்கு ஒரு ஜீனின் எதிரிடைகள் காரணம் என்று நியூரோஸ்போராவில் செய்த சோதனைகளிலிருந்து ஹாரோவிட்ஸ் (Horowitz) டைரோஸினேஸ் நொதியிலிருந்து அறிந்தார். இந் நொதியின் இரு உருவங்கள் வெப்பநிலை மாறுதலில்தான் மாறுபடுகின்றன.

வளர்சிதை மாற்ற அமைப்புகளில் ஜீன் கட்டுப்பாடு (Genic Control of Metabolic Patterns): ஜீன் மாறுபாட்டினால் வேதி அமைப்பு மாறுபடுகிறது. இதனால் சேர்மங்களின் சேர்க்கையும், சேர்க்கையின் குறைப்பும் (**inhibition**), சேர்மங்கள் எளிய சிறிய பொருள்களாக மாற்றப்படுவதும் பாதிக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய வளர் மாற்றச் செயல்களும் (**anabolic activities**), சிதைமாற்றச் செயல்களும் (**katabolic activities**) சேர்ந்து வளர்சிதை மாற்றம் எனப்படும்.

இச் செயல்கள் செல்களுக்குள் நடைபெறும்போது ஒன்றுக்கொன்று சார்ந்து நிற்பவை (**interdependant**). இச் செயல்களிற் சில ஆற்றல், தளப்பொருள், ஆக்ஸிஜன், மற்றும் உள்ள தேவைப் பொருள்களையும் கொடுப்பதனால் மற்றச் செயல் எதிர்ச்செயல் தொகுப்புகளைப் (**reaction systems**) பாதிக்கின்றன. இத்தகைய சிக்கலான செயல் எதிர்ச்செயல்களைச் செய்வதில் ஜீன்களின் பங்கினை ஆய்வதில் சில வரிசையான தொடர் மாறுபாடுகளை ஆய்ந்தறிவதன்மூலம் பிரச்சினையை எளிதாக்கலாம்.

உயிரி வேதிப்பொருள் சேர்க்கை (Biochemical Synthesis) : ஜீன்களால் கட்டுப்படுத்தப்படும் வளர்சிதை மாற்றங்களைப் பற்றி அமினோ அமிலங்கள், பியூரின் பிரிமிடீன் பேஸ்கள், வைடமின்கள் ஆகிய பொருள்களின் சேர்க்கையிலிருந்து அறிந்துகொள்ளலாம். நுண்ணியிரிகளில் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான மேலே கூறிய பொருள்களைப் பல சடுதிமாற்றம் பெற்றவை தயாரிக்க முடிவதில்லை. இத்தகைய சடுதிமாற்றிகளுக்குச் சில தேவையான பொருள்களைச் சேர்த்தால்தான் இயல்பான வளர்ச்சியைப் பெறு

கின்றன என்று அறிகிறோம். இவை ஊட்ட முறையிலான சடுதி மாற்றிகள் **(nutritional mutants)** என்று அழைக்கப்படுகின்றன. நியூரோஸ்போராப் பூஞ்சையை வளர்ப்பு முறையில் வளர்த்த பொழுது செய்த ஆய்வுகளிலிருந்து மேலே கூறிய உண்மையினை அறிந்துகொள்ளலாம்.

நியூரோஸ்போராவில் ஏழு இணைவுத்தொகுதிகள் உள்ளன என்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் ஒருமயக் குரோமோசோம் எண்ணிக்கை ஏழு. தன்னிச்சையாக உண்டாகும் சடுதி மாற்றங்கள் ஒரேவிதமான ஊட்டத்தேவையினைப் பாதிக்கின்றன. இவற்றுக்கு ஆதாரமான ஜீன்கள் எதிரிடைகளாகவோ அல்லது ஒரே இணைவுத்தொகுதியிலோ இல்லாமல் இருக்கும். உதாரணமாக, தயாமின் (thiamine) சடுதிமாற்றங்கள் I, III இணைவுத் தொகுதியிலும், மீதியோனின் (methionine) சடுதிமாற்றங்கள் I, IV, V இணைவுத்தொகுதிகளிலும் அமைந்துள்ளன. தனிப்பட்ட சடுதிமாற்றங்கள் சேர்க்கையிலும், தெரிந்த வேதிச்சேர்மங்களின் சிதைக்கும் முறையிலிருந்தும் அவை ஏற்படக் காரணமாக இருந்த ஜீன்களின் செயல்முறைகளை அறிந்துகொள்ளலாம்.

மேலே கூறிய வகையில் அறியப்பட்ட சடுதிமாற்றங்கள் பல் மாறுபட்ட விளைவுகளை உண்டாக்குகின்றன. பெரும்பாலானவை முளைக்கும் ஆற்றலைக் குறைக்கின்றன. பல அவற்றின் ஊட்டத் தேவையினைப் பூர்த்தி செய்யாவிடில், கொல்லுபவையாக உள்ளன; மற்றும் பல பாலினப்பெருக்கு முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்ய இயலாதவையாக உள்ளன. ஒரு சடுதிமாற்றம் குறிப்பிட்ட மாறுபாடு நடைபெறுவதைத் தடை செய்கிறதென்பது இவற்றில் அமைந்த அடிப்படையான பண்பாகும். ஊட்டத்தேவையை அறிந்துகொண்டால் பொருள்களின் சேர்க்கையில் உண்டாகும் மாறுபாட்டு வரிசையினை அறிந்துகொள்ளலாம்.

ஜீனின் கட்டுப்பாட்டில் நொதிக்காரணிகள் (Enzymes as Agents of Genic Control) : வளர்சிதை மாற்றச் செயல்களை ஜீன்கள் எவ்வாறு கட்டுப்படுத்துகின்றன?

ஜீன்கள் தங்களையொத்தவற்றை ஜீன்களில்லாத பொருள்களிலிருந்து **(non-genic materials)** உண்டாக்கிக்கொள்ளுகின்றன. இதற்கு ஆடோகாடலிஸிஸ் (autocatalysis) என்று பெயர். இதனால் மற்றச் செயல்களும் வினையூக்கிச் செயல்களால் செய்யப் படுகின்றன என்று ஊகிக்கப்படுகிறது. இவை ஜீன்களின் ஹெடெரோ ஆடோகடாலிடிக் விளைவுகள் (hetro autocatalytitic effects) என்றும் கூறப்படும். எனவே, சடுதிமாற்றம் என்பது ஜீனில்

ஏற்படும் வினையூக்கி விளைவின் மாறுதல் என்று சொல்லப்படும். எதிரிடைச் சடுதிமாற்றி இருப்பதனால், ஒரு மாறுபட்ட நிலை உண்டாவதில்லை. இதற்குக் காரணம் அதன் ஹிடெரோகாடலிடிக் திறன் அத்தகைய மாறுபாட்டு நிலைக்குரிய செயலைச் செய்வது செய்ய முடியாமல் போய்விடுகிறது என்பது பொருளாகும். பெரும்பாலான வளர்சிதை மாற்றங்கள் நொதிகளால் வினையூக்கப் படுகின்றன. இதனால் நொதியின் குறிப்பிட்ட செயலையும், அதன் தோற்றத்தையும் ஜீன் கட்டுப்படுத்துகின்றது. இந்த விதமான கோட்பாடு பீட்ல் (Beadle) என்பவரால் உருவாக்கப்பட்டது. 'குறிப்பிட்ட ஒரு நொதியின் இறுதி குறிப்புச் சார்புத்தன்மை (specificity) ஒரே ஒரு ஜீனினால் உண்டாக்கப்படுகிறது.' இது தான் 'ஒரு ஜீன்-ஒரு நொதி' என்ற கோட்பாடு ஆகும். பிறகு 'ஒரு ஜீன் - ஒரு செயல்' என்று பீட்ல் இதை மாற்றி அமைத்துக் கொண்டார்.

ஊட்ட முறையிலான சடுதிமாற்றியில் ஒரு மாறுபாடு உண்டாகாவிடில், அதற்குக் காரணமான வினையூக்கி நொதி இல்லை என்பது பொருளல்ல ; ஆனால், அது குறைபாடுடையது என்பது பொருளாகும். தவறிய மாறுபாட்டு நிலையைப் பூர்த்தி செய்யக் கூடிய வினையூக்கி நொதி சடுதிமாற்றியில் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளது. பீட்டா அலனினிலிருந்தும் (β-alanine) பான் டாயில் லாக்டோனிலிருந்தும் (pantoyl lactone) பான்டோதீனிக் அமிலம் (pantothenic acid) உண்டாக்கும் வினையூக்கு நொதி, பான்டோதினிக் வேண்டப்படும் நியூரோஸ்போரா சடுதிமாற்றி களில் உள்ளன என்று வாக்னெர் (Wagner), ஹட்டாக்ஸ் (Haddox) என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். இந்த நொதி செல்லின் சில நிலைகளில் செயல் திறமற்றதாக இருக்கும். குறைந்த வெப்பநிலைக் காற்றில் இது செயல்திறன் பெறும். செல்லில் உண்டாகும் செயல் எதிர்ச்செயல்களின் சமநிலை மாறு தலினால்தான் சடுதிமாற்றத்தினால் ஏற்பட்ட தடை உண்டாகிற தேயொழிய நொதிகள் இல்லாததனால் தடை உண்டாவதில்லை.

'ஒரு ஜீன்-ஒரு வேலை' கோட்பாட்டினை உண்மை என்றோ, தவறு என்றோ நிரூபிப்பது சிரமமாக உள்ளது. செல்லிலும், செல்களுக்கிடையேயும் நடைபெறும் சிக்கலான ஒன்றுக்கொன்று சார்புடைய மாறுபடுகளினால், இதனைச் சரிவர அறிந்துகொள்ள முடிவதில்லை. சடுதிமாற்றத்தின் முக்கியமான விளைவு இந்த மாறு பாட்டுச் சமநிலையை மாற்றுவதாகும். இதன் காரணமாக நொதிச்செயல் மாறுபாடுகளும் வளர்சிதை மாற்ற மாறுபாடுகளும் ஏற்படுகின்றன.

(14) மூலக்கூற்று மரபியல் (Molecular Genetics)

சமீப காலத்திய அறிவியலறிஞர்கள் பாரம்பரியச் செயல் முறையினை மூலக்கூற்று மட்டத்தில் ஆய்வதில் ஊக்கமும் உற்சாக மும் காட்டினர். குரோமோசோம் அமைப்பினைப்பற்றி ஆராய்ந்த அறிஞர்கள் DNA, RNA புரதங்கள் ஆகிய செல்லின் அடிப் படையான மூலக்கூற்றுச் செயல் முறைகளை (molecular machinery) ஆராய்ந்தார்கள்.

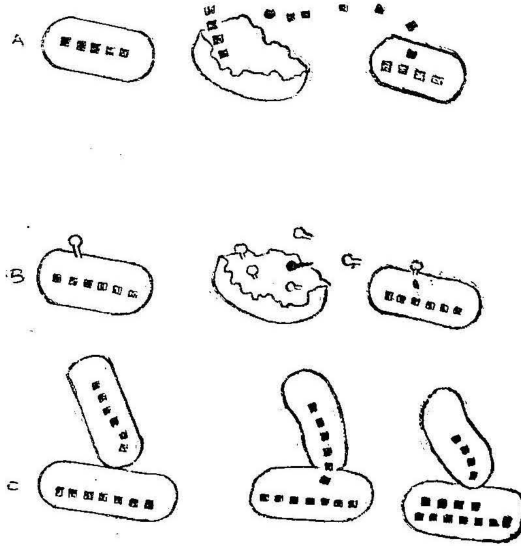
நுண்ணுயிரிகளில் மரபியல் சோதனைகளைச் செய்யும்போது, அவற்றில் கண்ட மிகவும் போற்றத்தக்க, மிகவும் எளிமையான முறையில் மரபியல் பரிமாற்றச் செயல்முறைகள் (mechanisms of genetic interchanges) அமைந்திருப்பதைக் கண்டு வியப்பெய்தினர்; இதனால் அவற்றைப்பற்றி மேலும் மேலும் ஆராய வேண்டும் என்று பேரவாக் கொண்டனர். நுண்ணியிரிகளின் உயிரினக் கூட்டத்தை நம் விருப்பத்திற்கிணங்க வளர்ப்புமுறையில் (culture method) வளர்த்து, அவற்றைப்பற்றி ஆராய வாய்ப்பு உள்ளது. இதனால் அவற்றின் புறத்தோற்ற வகைகளையும் (phenotype), அவற்றில் நொதிகளின் மாறுதலால் எவ்வாறான வளர்சிதை மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன என்பனவற்றையும் அறிந்துகொள்ளலாம். இவ் விதமான மரபியல் ஆராய்ச்சிக்குப் பாக்டீரியாவும், வைரஸும் ஏற்றவை.

பாக்டீரியாச் சோதனைகள்: பாக்டீரியாக்கள் பொதுவாக ஒருமயமானவை. அவை சாதாரணப் பகுப்பின் (simple division) மூலம் பாரம்பரியப் பண்புகளை மற்றச் செல்களுக்குக் கொண்டு செல்கின்றன. பாக்டீரியாக்களின் மரபியல் பொருள்களைப் பரிமாற்றம் செய்து, இனப்பெருக்கம் செய்வதும் காணப்படு கிறது. பாக்டீரியாக்களில் மூன்று விதங்களில் மரபியல் பொருள்கள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றிற்குச் செல்கின்றன:

(1) **டிரான்ஸ்ஃபர்மேஷன் (Transformation):** பாக்டீரியம் கொல்லப்படுகிறது. இதிலிருந்து மரபியற்பொருள்கள் வெளி யாகி, மற்றொரு பாக்டீரியத்தினுள் நுழைந்து, அதன் மரபியற் பொருள்கள் செய்ய வேண்டிய வேலைகளைப் புதிதாக வந்து சேர்ந்த DNA செய்கிறது.

(2) **டிரான்ஸ்டக்ஷன் (Transduction):** மரபியற்பொருள்களை ஒரு பாக்டீரியத்திலிருந்து மற்றொரு பாக்டீரியத்திற்கு பாக்டீரி யாக்கொல்லி வைரஸ் (bacteriophage virus) எடுத்துச் செல்லு கிறது.

(3) கான்ஜுகேஷன் (Conjugation): இரு வேறு தன்மைகளை யுடைய பாக்டீரியாக்கள் ஒன்று சேர்ந்து பாலினப் பெருக்கு முறை யில் அவற்றில் உள்ள மரபியற்பொருள்கள் பரிமாற்றம் செய்யப் படுகின்றன.



படம் 84. மரபியற்பொருள்கள் பாக்டீரியாவில் மாற்றப்படும் விதம்
A. Transformation
B. Transduction
C. Conjugation

இவ்விதமான மரபியற்பொருள்களின் மீள்சேர்க்கைச் செயல் முறை ஆய்வுகள் மூலக்கூற்று மரபியலில் மேற்கொள்ளப்படு கின்றன.

மூலக்கூற்று மட்டத்தில் எல்லா உயிரினங்களிலேயும் ஒரே மாதிரியான மரபியல் செயல்முறைகளைப் பெற்றிருப்பதனுல், பாக்டீரியாக்கள், பாக்டீரியாக்கொல்லி வைரஸ், நியூரோஸ்போரா (neurospora), ஆஸ்பெர்ஜில்லஸ் (aspergillus) போன்றவற்றில் உள்ள மரபியல் செயல்முறைகளைப் பற்றி அறிந்துகொள்ளுவது அவசியமாகிறது.

செல் உயிரியலில் குறிப்பாக, DNA இரட்டிப்பு, குரோமோசோம் அமைப்பு முறை, இவற்றினுல் மூலக்கூற்று

மரபியல் ஆய்வுகள் சுவையுடையவையாகவும், நாளுக்கு நாள் வளர்ச்சியுடைய அறிவியலாகவும் விளங்குகின்றன. ஜீன் செயலில் உயிரிவேதியியல் மாற்றங்கள், புரத உயிர்ச் சேர்க்கையின் செயல் முறை, மரபியல் சங்கேதங்களின் மாற்றுச்செயல் முறை, செல் வளர்ச்சியிலும், மாறுபாட்டிலும் நியூக்ளியஸ் சைடோபிளாச உறவு முறைகள், அவற்றை மரபியற் செயல் முறைகள் எவ்வாறு கட்டுப்படுத்தி ஒழுங்குபடுத்துகின்றன என்பதை மூலக்கூற்று மரபியல் விளக்குகிறது.

ஜீன் செயலின் மூலக்கூற்று விளக்கம் (Molecular Expression of Genic Action): ஓர் உயிரினத்தின் பாரம்பரியப் பண்புகள் அனைத்தும் ஜீனோடைப் எனப்படும். இவை யாவும் குரோமோசோமில், குறிப்பாக, DNA மூலக்கூற்றில் உள்ளன. DNA தனக்குத் தேவையான புரதங்களை எவ்வாறு தயாரித்துக்கொள்ளுகிறது என்பதைச் 'செயலியல்' என்னும் பகுதியில் விரிவாகச் சொல்லப்பட்டுள்ளது. உயிரினத்தில் உள்ள மரபியற்பொருள்கள் அடங்கிய ஜீனோடைப் எவ்வாறு உயிரினத்தின் புறத்தோற்றப் பண்புகளை (phenotype) தீர்மானிக்கின்றன, உண்டாக்குகின்றன என்பதைக் காண்போம். பரிணும மட்டத்தின் மேல் நிலையில் உள்ள உயிரினங்களில் ஜீன் செயல்முறையை அறிந்துகொள்ளுதல் கடினம். ஏனெனில், தனி ஜீனில் மாற்றம் ஏற்பட்டால், அதைத் தொடர்ந்து பல மாறுதல்கள் ஏற்பட்டு, முதலில் ஜீனில் தோன்றிய மாறுதல்களை மறைத்து விடும்.

மனிதனின் சில நோய்கள் (Some Human Diseases): ஜீன்களின் செயல்கள் உயிரிவேதிச் செயல்களினுல் ஏற்படுகின்றன.

1930ஆம் ஆண்டில் மனநோயினுல் அவதிப்படும் நோயாளிகளின் மூத்திரத்தில் ஃபினில்பைருவிக் அமிலம் (phenyl pyruvic acid) என்னும் பொருள் கழிவுப்பொருளாக வருவதைக் கண்டனர். இந்த நோயிற்கு 'ஃபினில் கீடோ நியூரியா' (phenyl ketonuria) என்று பெயர். இஃது அடங்குதன்மைபெற்ற ஜீனினுல் ஏற்படுகிறது. இந் நோய் உள்ள உறவினரிடையே விவாகம் செய்வதனுல் ஏற்படுகிறது. இந் நோயினுல் உணவுப்பொருளில் உள்ள ஃபினில் அலனைன் (phenyl alanine) என்ற அமினோ அமிலம் டைரோஸின் (tyrosine) ஆக ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்படாமல் ஃபினைல்பைருவிக் அமிலமாக (phenyl pyruvic acid) ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்படுகிறது. சடுதிமாற்றம் பெற்ற ஜீனில் இயல்பான வளர்சிதை மாற்றத்திற்கான ஒரு நொதி இல்லாமற்போய் விடுகிறது. இதுதான் ஜீனின் பிரதானச் செயலாகிறது. ஆனுல், உயிரினங்

களில் ஏற்படும் மடமை, மூடத்தன்மைக்கு (imbecility) ஃபினீல் பைருவிக் அமிலம் குவிதல் காரணமாக உள்ளது.

மனிதனில் ஜீன் செயலில் ஏற்படும் வளர்சிதை மாற்றத் தவறுகளினுல் (errors of metabolism) டைரோஸினோஸிஸ் (tyrosinosis), ஆல்காப்டோநியூரியா (alkaptonuria), ஆல்பினிஸம் (albinism) போன்ற நோய்கள் ஏற்படுகின்றன.

கேலக்டோஸீமியா (galactosemia) பரம்பரை வியாதியில் தனிப்பட்டதொரு நொதி இன்மையினுல் காலக்டோஸ் (galactose) உபயோகப்படுத்தப்படுவதில்லை. இதனுல் காலக்டோஸ் என்ற சர்க்கரை இரத்தத்தில் கலப்பதனுல் உயிரினத்தில் நச்சுத் தன்மை பரவுகிறது. காலக்டோஸ், லேக்டோஸ் (lactose) போன்றவற்றை உணவில் சேர்த்துக்கொள்ளாமலிருந்தால், மேலே கூறிய நோய்கள் வராமல் தடுக்கலாம்.

பொதுவாக, ஜீன்களின் செயல்கள் அதாவது DNA தொகுதிகளின் செயல்கள் பலவிதமான நொதிகளை உண்டாக்கி, வளர்சிதை மாற்றத்தில் பல செயல்களையும் செய்கின்றன.

ஒரு ஜீன் ஒரு நொதிக்கொள்கை (One Gene One Enzyme Theory) : ஜீன் செயலினை நியூரோஸ்போரா கிராஸ்ஸா (neurospora crassa) என்னும் பூஞ்சையில் செய்த சோதனைகளிலிருந்து அறியலாம். இப் பூஞ்சை ஸுக்ரோஸ் (sucrose), நைட்ரேட் (nitrate), கனிமப் பொருள்கள் (minerals), பையோடின் (biotin) என்ற வைடமின் கலந்த ஊட்ட ஊடகத்தில் நன்ருக வளருகின்றது. இப் பூஞ்சை மற்ற வைடமின்களையும், அமினோ அமிலங்களையும் தயாரித்து, தனது வளர்சிதை மாற்றத்திற்குப் பயன்படுத்திக் கொள்ளுகிறது. நியூரோஸ்போரா ஸ்போரினை ஒரு சடுதிமாற்றியில் (mutagen) ஈடுபடுத்தினுல், சில ஸ்போர்கள் மேற்கூறிய குறைந்த அளவு ஊடகத்தில் (minimum medium) வளருவதில்லை. இவை சரியாக வளர வேண்டுமானுல், ஆர்ஜினைன் (arginine), டிரிப்டோஃபேன் (tryptophane) போன்ற அமினோ அமிலங்களையும், நியாஸின் (niacin) என்ற வைடமினையும் சேர்க்க வேண்டும்.

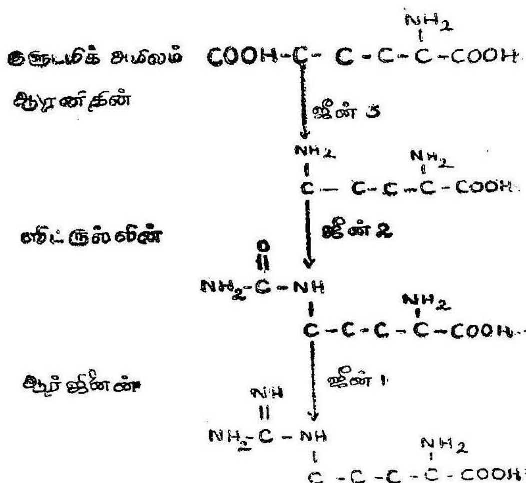
சடுதிமாற்றம் பெற்ற இனத்தை இயற்கைவாழ் இனத்துடன் கலவைகள் நிகழ்த்திப் பரிசோதனை செய்து குன்றல் பகுப்பிற்குப் பிறகு பெற்ற 8 ஆஸ்கோஸ்போர்களைச் (ascospores) சோதனை செய்து பார்க்க வேண்டும்.

உதாரணமாக, ஆர்ஜினின் வேண்டும் வகை (A—) ஆக இருந்து, அது இயல்பான (A+) வகையுடன் கலந்தால், அதிலிருந்து பெற்ற 8 ஆஸ்கோஸ்போர்களும் ஆர்ஜினின் கலந்த ஊடகத்தில் நன்முக வளரும். ஆனல், அவற்றுள் 4 ஆஸ்கோஸ் போர்கள்தாம் 'குறைந்த அளவு ஊடகத்தில்' நன்முக வளரும். இதனுல் ஒரு ஜீன் மாற்றம் பெற்றது என அறிகிறோம்.

ஆர்ஜினின் சடுதிமாற்றம் பெற்ற பூஞ்சையில் காணப்படும் வளர்சிதை மாற்றம் சிக்கலானது. ஏனெனில், ஆர்ஜினினில் உண்டாகும் விதம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

சகுதி மாற்றிகள் பயன்படுத்தும் சேர்மங்கள்

1	2	3
−	−	−
−	−	+
−	+	+
+	+	+

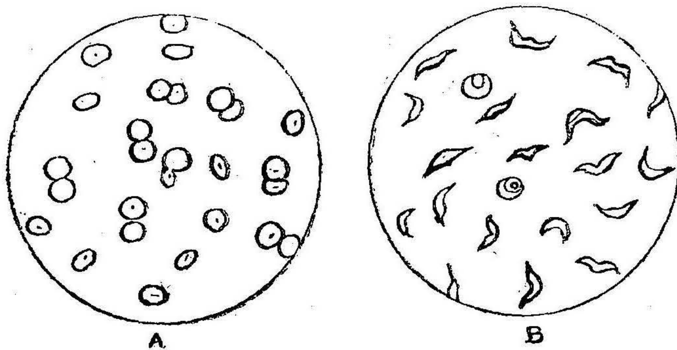


படம் 85. ஜீன் எவ்வாறு ஆர்ஜினில் உண்டாவதைக் கட்டுப்படுத்து கிறது என்பதை விளக்குதல்

மேற்கண்ட மாறுபாடுகள் வரிசையான பல ஜீன்களினுல் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. சடுதிமாற்றம் பெற்ற ஒரு ஜீன் ஓர் உயிரிவேதி மாறுபாட்டினைச் (biochemical reaction) செய்ய வொட்டாமல் தடுக்கப்படுகிறது. இயல்பான வளர்சிதை மாற்றம் இதில் நடைபெற, ஆர்ஜினில் சேர்க்க வேண்டும்.

மேற்கண்ட ஆய்வுகளினுல் 'ஒரு ஜீன் ஒரு நொதி' என்ற கோட்பாடு பீடல், டாட்டம் (Beadle and Tatum) என்பவர்களால் உருவாக்கப்பட்டது.

ஜீன்களும், புரதங்களின் அமைப்பும் (Genes and the Structure of Protenis): நொதிகள் புரதங்களினுல் ஆகியவை. ஜீன்கள் அமினே அமிலங்களின் வரிசையையும், புரதங்களின் அமைப் பினையும் நிர்ணயிக்கின்றன. இது நீக்ரோக்களில் மட்டும் காணப் படும் ஒரு நோயினுல் நிரூபிக்கப்படுகிறது. இவர்களுடைய குருதியில் ஆக்ஸிஜன் குறைவினுல் சிவப்பு இரத்த அணுக்கள் (erythrocytes) தங்களுடைய இயல்பான உருவத்திலிருந்து கதிர் அரிவாள் (sickle) போன்ற உருவத்தினைப் பெறுகின்றன. இதனுல் செல்கள் உடைந்து இரத்தச் சோகை நோய் ஏற்படும். இந் நோயிற்குக் கதிர் அரிவாள் செல் இரத்தச்சோகை (sicklecelled anaemia) என்று பெயர். இந்த நோயிற்கு அடங்குதன்மை பெற்ற ஒரு ஜீன் காரணம். ஹோமோஸைகஸ் அடங்குதன்மை பெற்ற மனிதனில் (Homozygous recessive individuals) இந் நோய் ஏற்படுகிறது. ஆனுல், ஹிடெரோஸைகஸ் (heterozygous) உடைய மனிதனில் இத்தகைய அரிவாள் செல்கள் உள்ளன; ஆனுல் இரத்தச் சோகை நோய் ஏற்படுவதில்லை.



படம் 86

A. இயல்பான சிவப்பு இரத்த அணுக்கள்
B. கதிர் அரிவாள் செல் அனீமாவுடைய நோயாளியின் சிவப்பு இரத்த அணுக்கள்

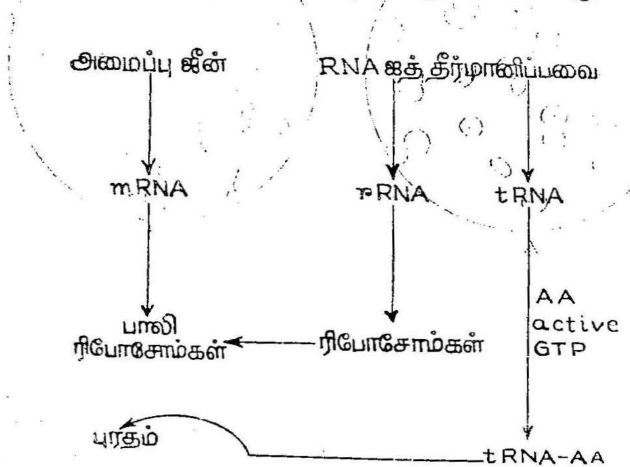
இந்த மரபியல் நோயின் மூலக்கூற்று ஆதாரத்தினை ஹீமோ குளோபின் மூலக்கூறு (haemoglobin molecule) ஆய்வுகளின் மூலம் ஸி. பி. அல்ஃபின்சன் (C. B. Alfinson, *1961*) என்பவர் கண்டு பிடித்தார்.

இயல்பான ஹீமோகுளோபினும் (HbA), அரிவாள் செல் ஹீமோகுளோபினும் (HbS) பரப்பு மின்விசையில் (surface charge) மாறுபட்டு அதனுல் 'மின்புலம்' (electric field) மாறுபாடுடன் நகர்

கிறது. ஹிடெரோஸைகஸ் மனிதனில் HbA-யும், HbS இரண்டும் சம அளவில் உள்ளன.

ஹீமோகுளோபின் என்பது 600 அமினோ அமிலங்களுடன் 6400 மூலக்கூற்று எடையுள்ள (molecular weight) ஒரு புரதம். இதில் உள்ள அமினோ அமிலங்கள் 4 பாலிபெப்டைடு சங்கிலி களாக (polypeptide chains) உள்ளன. இவற்றுள் இரண்டு ஒரே மாதிரியான ஆல்ஃபா சங்கிலிகளாகவும், இரண்டு ஒரே மாதிரி யான பீட்டா சங்கிலிகளாகவும் உள்ளன. HbA ஹீமோகுளோ பினும், HbS ஹீமோகுளோபினும் ஒரே ஓர் அமினோ அமிலத் தில்தான் மாறுபடுகின்றன. பீட்டா சங்கிலியில் பெப்டைடு எண்ணிக்கை 4-ல், குளூடமிக் அமிலத்திற்குப் பதிலாக வாலைன் (valine) என்ற அமினோ அமிலம் உள்ளது. மற்றோர் இயல் பிற்குப் புறம்பான (abnormal) ஹீமோகுளோபினில் குளூடமிக் அமிலத்திற்குப் பதிலாக லைஸின் (lycin) என்ற அமினோ அமிலம் உள்ளது.

ஜீன்களும் புரதச்சேர்க்கையும் (Genes and Protein Synthesis) : புரதச் சேர்க்கைக்கு நியூக்ளியஸில் உள்ள DNA மூலக் காரண மாக உள்ளது. அது mRNA-யிற்கு ஆணையிட, அது tRNA,



படம் 87

ஜீன்களுக்கும், RNA மூலக்கூறுகளுக்குமுள்ள உறவு முறையை விளக்குதல்

rRNA-க்களின் உதவியுடன் புரதங்களைத் தயாரிக்கின்றன. rRNA, RNA-க்கள் குறிப்பிட்ட ஜீன்களிலிருந்து உண்டாகின்றன என்றும்,

அவற்றிற்கு RNA தீர்மானிப்பவை (determinants for RNA) என்றும் பெயர். புரதச்சேர்க்கையில் ஜீன்களுக்கும் பலவிதமான RNA மூலக்கூறுகளுக்கும் உள்ள உறவுமுறை படத்தில் காட்டப் பட்டுள்ளது.

தாவரங்களில் காணப்படும் 20 அமினோ அமிலங்களும் (AA), 20 வகையான கரையக்கூடிய நொதிகளால் ATP அளித்த வேதி ஆற்றலினால் செயல் திறம் பெறுகின்றன. ஒவ்வொரு செயல் திறம் பெற்ற அமினோ அமிலமும் tRNA-யுடன் இணைக்கப்பட்டு, இந்த அமினோ அமில tRNA கூட்டு (AA+tRNA) ரிபோசோம் களுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. இறுதியான பாலிபெப் டைடு உண்டாவதற்குக் குவானோஸின் டிரை பாஸ்பேட் (Guanosine triphosphate) தேவையாய் உள்ளது. ஒவ்வோர் அமினோ அமிலத்திற்கும் ஒரு செயல் திறம் பெற்ற அமினோ அஸில் -tRNA ஸின்தெடேஸ் (aminoacyl-tRNA synthetase) என்ற நொதியும் ஒரு குறிப்பிட்ட tRNA-யும் தேவையானவையாகக் கருதப்படுகின்றது.

tRNA-யின் மூலக்கூற்று அமைப்பு (Molecular Structure of tRNA): பிரத்தியேகமான tRNA, புரதச்சேர்க்கைக்குப் பயன் படுகின்றதென எம். பி. ஹோக்லாண்ட் (M. B. Hoagland) என் பவரும், பி. ஸி. ஸாமெக்னிக் (P. C. Zamecnick, 1957) என்ப வரும் கண்டுபிடித்தனர்.

இதன் மூலக்கூற்று எடை 24,000. இதில் 67 நியூக்ளியோ டைடுகள் உள்ளன. இதன் 'படிவு நிலை எண்' (sedimentation constant) 4 S ஆகவும், இதில் மிதிலேட்டு பேஸ்கள் (methylated bases) உடையவையாகவும் உள்ளன. tRNA மூலக்கூற்றில் ஒரு பாலிநியூக்ளியோடைடுச் சங்கிலி (polynucleotide chains) நடுவில் வளைந்தும், இருமுனைகளும் ஒன்றுடன் ஒன்று சுற்றிக்கொண்டும் (coiled) காணப்படுகின்றன. சங்கிலியின் ஒரு முனையில் குவா னோஸின் எச்சமும் (guanosine residue) மறுமுனையில் அமினோ அமிலமுடைய ஸிடோஸின் - ஸிடோஸின் - அடினீன் என்ற நியூக்ளியோடைடு பேஸ்களும் காணப்படுகின்றன.

tRNA-யின் வளைந்த பகுதியில் 3 இணையில்லாத தனியான (unpaired) நியூக்ளியோடைடுகள் இருப்பதாக ஜி. ஸுபேய் (G. Zubay, 1963) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். இம் மூன்று நியூக்ளியோடைடுகளும் அடேப்டர் நியூக்ளியோடைடு டிரிப்லெட் (adapter nucleotide triplet) mRNA-யுடன் இணை சேருவதற்கான குறிப்பிட்ட தகவலைத் தாங்கிச் செல்கின்றன.

mRNA-யின் மூலக்கூற்று அமைப்பு (Molecular Structure of mRNA): DNA-யிடமிருந்து பெற்ற தகவல் சைடோபிளாசத்தில் உள்ள mRNA-க்கு மாற்றப்படுகிறது. இத் தகவல் பின்னர், பல ரிபோசோம்களுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. இவற்றைப் பாலிரிபோசோம் (polyribosome) அல்லது 'சேர்க்கை இயந்திரம்' (synthetic machinery) என்று கூறுவர். தூது RNA (messenger RNA) என்ற பெயரை எஃப். ஜேகப் (F. Jacob) என்பவரும், ஜே. மோனுட் (J. Monad) என்பவரும் 1961ஆம் ஆண்டில் வைத்தார்கள். mRNA ரிபோசோம்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்ததாக எஃப். கிராஸ் (F. Gros), எச். ஹியாட் (H. Hiatt), டபுள்யூ. கில்பெர்ட் (W. Gilbert) ஸி. ஜி. குர்லாண்ட் (C. G. Kurland), ஆர். டபுள்யூ. ரைஸ்புரோ (R.W. Risebrough), ஜே. டி. வாட்சன் (J. D. Watson, 1961) என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள்.

mRNA-க்கும், அதற்கு இணையான DNA மூலக்கூறுக்கும் இடைப்பட்ட கலப்புயிரி மூலக்கூறுகளை உண்டாக்கச் சோதனைகள் செய்யப்பட்டன. DNA மூலக்கூறுகளை 100°C வெப்பநிலை வரையில் சூடாக்கினால், இரு பாலிநியூக்ளியோடைடு இழைகளும், பேஸ்களைப் பிணைத்திருந்த ஹைட்ரஜன் இணைப்புகள் உடைந்து, பிரிகின்றன. மெதுவாகக் குளிரச் செய்தால், இவ்விரு இழைகளும் ஒன்று சேரும். இப்படி ஒன்று சேருமுன் இரு இழைகளையும் தனியாகப் பிரித்து, mRNA தனியிழையுடன் சேர்த்துக் கலப்புயிரிகளை உண்டாக்க வேண்டும்.

பல சோதனைகளிலிருந்து DNA மூலக்கூறில் உள்ள இரு இழைகளில் ஒன்றுதான் mRNA சேர்க்கைக்கு உதவுகிறதென்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. mRNA மூலக்கூற்றில் உள்ள ஒரு தனி இழை, DNA இழைக்குத் துணை DNA ஆக (complimentary DNA) உள்ளது. DNA-யில் உள்ள தைமினுக்குப் (thymine-T) பதிலாக mRNA-யில் யுரேஸில் (urasil-U) உள்ளது.

DNA-யின் ஓர் இழையிலிருந்து நகல் எடுத்து mRNA மூலக்கூறு, mRNA பாலிமெரேஸ் (mRNA polymerese) என்ற நொதியினால் உண்டாக்கப்படுகிறது. குரோமோசோம் வட்டமாக அமைந்திருப்பதனால், இவ்வாறு உண்டாகிறதென்று ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருதுகிறார்கள். சில பாக்டீரியாக்கொல்லி வைரஸ்களில் வட்ட வடிவமான DNA இழைகள் உள்ளன. இவற்றில் ஒரே ஓர் இழை mRNAதான் உண்டாக்கப்படுகிறது என்று எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் மூலம் சோதனை செய்து கண்டனர். வட்டவடிவ DNA மூலக்கூற்றினை அறுத்துத் துண்டுகளாக்கி

ஞல், இரு பாலி நியூக்ளியோடைடு சங்கிலிகள் உண்டாக்கப்படு கின்றன. எனவே, வட்ட வடிவமான DNA இழைகள் பாக்டீரியம், வைரஸ் போன்ற நுண்ணுயிரிகளில் மட்டுமின்றி, பரிணும மட்டத் தின் மேல் நிலையில் உள்ள உயிரினங்களின் செல்களிலும் காணப் படுகின்றன என்று ஊகிக்கப்படுகிறது. இதற்கு நகல் எடுத்தல் (transcription) என்று பெயர். இப் பெயர் ரெப்ளிகான் (replicon) என்ற பெயருக்குச் சமமானது என்று எம். ஹயாஷி, எம். என். ஹயாஷி (M. Hayashi and M. N. Hayashi, 1961) என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள்.

சுருங்கக்கூறின் mRNA மாறும் இயல்புடையதாக இருந்து, பல வேலைகளைச் செய்கின்றது; புரதச் சேர்க்கைக்கு உதவுகிறது; இதனையொத்த DNA மூலக்கூறுடன் இணைந்து கலப்புயிரியா கிறது; ரிபோசோம்களுடன் சேர்ந்து பாலிசோம்களை (polysomes) உண்டாக்குகிறது.

DNA-யினை முதலாகக்கொண்டு (primer), RNA பாலிமெரேஸ் (RNA polymerase) என்னும் நொதி 4 ரிபோநியூக்ளியோ ஸைடு டிரைபாஸ்பேட்டுகளுடன் (4 ribonucleoside triphosphates) சேர்ந்து, mRNA உண்டாக்கப்படுவதாக ஜே. ஹர்விட்ஸ் (J. Hurwitz), ஏ. பிரெஸ்லெர் (A. Bresler), ஆர். டிங்கெர் (R. Dinger, 1960), எஸ். பி. வீஸ் (S. B. Weiss), டி. நகாமோடோ (T. Nakamoto, 1961) என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள்.

மரபியல் சங்கேதம் (The Genetic Code) : DNA-யிடமிருந்து பெற்ற தகவலை mRNA பெற்றுக்கொள்ளுகிறது. DNA-யின் மூன்றெழுத்துச் சங்கேதம் (triplet code) மற்றொரு மூன்றெழுத்துச் சங்கேதமாக mRNA-யில் நகல் எடுக்கப்படுகிறது. இந்த மூன்றெழுத்துச் சங்கேதத்தின்மூலம் எவ்வாறு தாவரங்களில் காணப்படும் 20 விதமான அமினோ அமிலங்களையும் தயாரிக் கின்றன என்பதுதான் மரபியல் சங்கேதம் என்பது. இதுவே ஜீனோடைப்பின் உண்மையான புறத்தோற்ற விளக்கம்.

மரபியல் சங்கேதத்தில் மூன்று எழுத்துகள் உள்ளன. சங்கேத வீதம் $\frac{\text{நியூக்ளியோடைடு}}{\text{அமினோ அமிலம் AA}} = 3 : 1$. அதாவது, மூன்று நியூக்ளியோடைடுகள் சேர்ந்து ஓர் அமினோ அமிலம் உண்டாக்கு கின்றன அல்லது ஓர் அமினோ அமிலம் உண்டாக்க மூன்று நியூக்ளியோடைடுகள் தேவைப்படுகின்றன. அமினோ அமிலங் களும், அவற்றிற்குரிய கோடன்களும் பின்வருமாறு குறிக்கப்பட் டுள்ளன :

	அமினோ அமிலம்	கோடன்
1.	அலனின் (alanine)	GUG, GAG, CCG
2.	ஆர்ஜினின் arjinine)	GAA, GCC, GUC
3.	ஆஸ்பராஜீன் (asparagine)	UAA, CAA, CUA
4.	ஆஸ்பார்டிக் அமிலம் (aspartic acid)	GUA, GCA
5.	ஸிஸ்டீன் (Cysteine)	GUU
6.	குளுடமிக் அமிலம் (glutamic acid)	AUG, AAG
7.	கிளைஸின் (glycine)	GUG, GAG, GCG
8.	ஹிஸ்டிடின் (histidine)	AUC, ACC
9.	ஐஸோலியூஸைன் (isoleucine)	UUA, AAV, CAU
10.	லைஸின் (lysine)	AUA, AAA
11.	மிதியோனைன் (methionine)	UGA
12.	ஃபினைல்அலனைன்(phenylaalnine)	UUU, UCU
13.	புரோலைன் (proline)	CUC, CCC, CAC
14.	ஸீரைன் (serine)	CUU, UCC, ACG
15.	திரியோனைன் (threonine)	UCA ACA CGC, CCA
16.	டைரோஸீன் (tyrosine)	AUU, ACU
17.	வாலைன் (valine)	UUG

ஒரே அமினோ அமிலத்திற்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கோடன்கள் உள்ளன. இதற்குச் 'சங்கேதச் சிதைவு' (degeneration of the code) என்று பெயர். tRNA அமினோ அமிலக்கூட்டில் (tRNA-AA complex) உள்ள குறிப்பிட்ட கோடனை இணையாத பேஸ்கள் எந்த முனையில் தாங்கி நிற்கின்றன என்று கண்டுபிடிப்பதன் மூலம் அறிந்துகொள்ளலாம்.

mRNA-யின் குறிப்பிட்ட இடத்தைச் சரிசெய்துகொள்ளுகிற tRNA-யின் மூவெழுத்து இணக்கம் உண்டுபண்ணுவதாகத் தெரிகிறது. இவ்வாறு சரிசெய்யும் மூவெழுத்துகளுக்கும் mRNA-யின் மூவெழுத்துச் சங்கேதத்திற்கும் இடையே ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் (hydrogen bonds) நிலையாக்கப்படுகின்றன என்று ஜி. ஸீபேய், 1963, கண்டுபிடித்தார். இரு அமினோ அமிலங்கள் எதிரெதிராக உண்டானால், பிரத்தியேகமான நொதியினால் அவற்றிற்கிடையே பெப்டைடு இணைப்பு உண்டாகும்.

புரதச் சேர்க்கையில் ரிபோசோம்களின் பங்கு (Role of Ribosomes in Protein Synthesis): புரதச் சேர்க்கையில் பாலிரிபோசோம்கள் முக்கியமான பங்கினை வகிக்கின்றன. எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் மூலம் பார்க்கும்போது, தனிப்பட்ட ரிபோசோம்களை மெல்லிய இழைகளால் இணைக்கப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம். இவை mRNA இழைகளாக இருக்கலாம்.

அமினோ அமில-tRNA கூட்டு 70 முதல் 80 ரிபோசோம்களில் இறுக்கமாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்விதமான கூட்டின் ஒரு மூலக்கூறு ஒவ்வொரு ரிபோசோமிலும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். வளரும் பாலிபெப்டைடு சங்கிலி 50 முதல் 60 வரையிலான ரிபோசோம்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும்.

ஹீமோகுளோபின் சேர்க்கையைப் பற்றிய ஆய்வுகளிலிருந்து, பாலிபெப்டைடு சங்கிலி தனியான நுனி அமினோத் தொகுதியின் (free terminal aminogroup) கார்பாக்ஸில் முனைப்பகுதியிலிருந்து (carboxyl end) உண்டாகி வரிசையாக வளர்கிறது என்று எச். எம். டின்டிஸ் (H. M. Dintis, 1961) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். ஒரு மூலக்கூறு உண்டாவதற்கு ஒரு நிமிடம் ஆகிறது. ரிபோசோம்கள் mRNA-க்களைத் தாங்கி நிற்கின்றன. mRNA-தான் DNA-யிடமிருந்து பெற்ற சங்கேதத்தை tRNA-யிற்கு ரிபோசோம்களில்தான் மாற்றுகின்றன. இதற்காக mRNA ரிபோசோமின்மீது நகர்ந்து செல்லும்போது சங்கேதங்களைப் பெற்று, சங்கேதங்களிலிருந்து ரிபோசோம்கள் நழுவிப் புதிய ரிபோசோம்கள் வந்து சேருகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட புரதச்சேர்க்கைக்குப் பல ரிபோசோம்கள் தேவைப்படுகின்றன என்ற கண்டுபிடிப்பு மேலே கூறிய செயல் உண்மையாக நடைபெறுகிறதென்று நிரூபிக்கிறது. புரதப் பாலிபெப்டைடு சங்கிலி எவ்வளவு நீளத்தில் உண்டாக்கப்பட வேண்டுமோ, அத்தனை நீளமாக mRNA உள்ளது. mRNA-யின் நீளத்திற்குத் தகுந்த மாதிரி அதில் இணைக்கப்பட்டுள்ள ரிபோசோம்களின் எண்ணிக்கை உள்ளது.

மரபியல் சங்கேதமும் சடுதிமாற்றங்களும் (Genetic Code and Mutations) : மரபியல் சங்கேதத்தின் பொதுத்தன்மை (universality of Genetic Code) பெரும்பாலான மரபியல் சங்கேத ஆய்வுகள் எஸ்கீரிகியா கோலி என்ற பாக்டீரியாவில் செய்யப்பட்டன; எனினும், இவ்வாறுன சோதனைகள் TMV என்ற புகையிலைப் பல்வண்ண நோய் வைரஸிலும் (tobacco mosaic virus), பாலுண்ணிகளிலும் செய்யப்பட்டன. எல்லா உயிரினங்களுக்கும் ஒரே சங்கேதந் தான் உள்ளது என்ற மரபியல் சங்கேதப் பொதுத்தன்மையினை இக் கண்டுபிடிப்புகள் நிரூபித்துக் காட்டுகின்றன.

ஹீமோகுளோபினில் செய்த ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட புரதத்தின் அமினோ அமிலச் சேர்க்கை மாறுபட்டால் சடுதிமாற்றம் உண்டாகிறது என்று தெரிய வருகிறது. இயல்பான ஹீமோகுளோபினில் உள்ள (HbA) குளுடாமிக் அமிலத்திற்குப் பதிலாக HbS என்ற ஹீமோகுளோபினில் வாலைன் என்ற அமினோ அமிலமும், HbC என்ற ஹீமோகுளோபினில் லைஸின் என்ற அமினோ அமிலங்களும் உள்ளன. கோடனில் உள்ள ஒரு பேஸிற்குப் பதிலாக மற்றொரு பேஸ் பரிமாற்றம் செய்யப்படும் பொழுது இந்த விதமான அமினோ அமில மாற்றம் ஏற்படுகிறது.

இம் மாதிரியான ஆய்வுகள் நியூக்ளியக் அமிலங்களை வேதி முறைப்படி மாற்றும் சடுதிமாற்றங்களில் செய்ய வேண்டும். சில பேஸ்களில் குறைப்பு அமைனீகரணம் (deamination) செய்யும் நைட்ரஸ் அமிலம் (HNo_2) மரபியல் சங்கேதத்தினை மாற்றக் கூடியதாக உள்ளது. இம் மரபியல் சங்கேதத்திற்கும், சடுதி மாற்றியின் (mutant) அமினோ அமில மாற்றத்திற்கும் நெருங்கிய தொடர்புள்ளது என்று எஸ். ஆகோவா (S. Ochoa, *1963*), ஈ. ஃபிரீஸ் (E. Freese, *1963*) என்பவரும் கண்டுபிடித்தனர்.

ஜீனின் நுண் அமைப்பு (The Fine Structure of Gene) : மெண்டெல் கூறிய காரணிகளிலிருந்து (factor) பாரம்பரியத்திற்குக் காரணமான ஜீனைப்பற்றிய கருத்து மாறிக்கொண்டு வருகிறது. பல நோக்கங்களுக்குத் தகுந்தவாறு பல விளக்கங்கள் தரப்படுகின்றன. 'ஜீன் என்பது குரோமோசோமில் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில், குறிப்பிட்ட புறத்தோற்றத்திற்கு அடிப்படையாக உள்ள செயல் அலகு.' அதே சமயத்தில் குன்றல் பகுப்பின்போது பரிமாற்றம் செய்யப்படும் அல்லது தனித்துப் பிரியும். அதனல் ஜீன் ஒரு தனித்துப் பிரிதற்குரிய அலகு (unit of segregation) என்று சொல்லப்படும். தன்னிச்சையான (spontaneous) அல்லது தூண்டப்பட்ட மாறுதலால், மாறுபட்ட தோற்றத்தைக் கொடுப்

பதால் ஜீன் என்பது சடுதிமாற்றத்தின் அலகாகும் (unit of mutation).

மரபியல் தோற்றத்தின் உயிரி வேதியியல் செயல் முறைகளை மேலும் மேலும் அறியும்போது, ஜீனைப்பற்றிய பழைய விளக்கத்திற்குப் பதிலாக மூலக்கூற்று மட்டத்தில் புதியதொரு விளக்கம் தேவைப்படுகிறது. உயிரி வேதியியலின்படி ஒரு ஜீன் என்பது mRNA மூலக்கூறு என்றும், அதன் வாயிலாகக் குறுப்பிட்ட புரதம் அல்லது நொதியினையோ உண்டாக்கக்கூடிய DNA மூலக்கூறின் ஒரு பகுதி என்றும் கூறப்படுகிறது.

DNA மூலக்கூறில் குறிப்பிட்ட வரிசையான நியூக்ளியோடைடுகளே ஜீன் அமைப்பின் மூலக்கூற்று மரபியல் விளக்கமாகும். மரபியல் சங்கேதம், கோடன்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதனுல் ஓர் அமினோ அமிலம் தயாரிக்கக்கூடியது ஒரு ஜீன் துணை அலகு (one gene sub unit) என்பது தெளிவாகிறது.

புரத மூலக்கூற்றில் அமினோ அமிலங்கள் முதல் நிலை அமைப்பாகவும் (primary structure), அத்துடன் இரண்டாம் நிலை (secondary), மூன்றும் நிலை(tertiary), நான்காம் நிலை(quaternary) செயல் திறனிற்காகச் சிறப்பாக மாறுபட்டிருக்கக் கூடிய சிக்கலான அமைப்புப் பெற்றது புரத மூலக்கூறுகளும். புரத மூலக்கூறின் இரண்டாம்நிலை, மூன்றும் நிலை, நான்காம் நிலை அமைப்புகளை அமினோ அமிலங்களின் வரிசை நிர்ணயிக்கின்றன.

ஜீன்களின் மூலக்கூற்று அமைப்பிற்கும், புரத மூலக்கூற்று அமைப்பிற்கும் உள்ள தொடர்பு பற்றி ஆராய்வதற்கு நுண்ணுயிரிகளைப் பயன்படுத்தி வருகிறார்கள்.

பாக்டீரியாக் கொல்லிகளில் காணும் மீள்சேர்க்கைகள் (Recombination in Bacteriophages): ஜீன்களின் அமைப்பைப் பற்றி அறிந்து கொள்ளுவதற்குப் பாக்டீரியாக்கொல்லி வைரஸ்கள் ஏற்றவை. இவ்வாறுன வைரஸ் அதன் DNA மூலக்கூற்றைப் பாக்டீரியத்தினுள் செலுத்தி, அங்கு வைரஸ் DNA மூலக்கூறு சில நிமிடங்களில் நூற்றுக்கணக்காகப் பெருக்கம் அடைகின்றன. பாக்டீரியாக்கொல்லி வைரஸின் சிக்கலான மூலக்கூற்று அமைப்புப் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

பாக்டீரியாக்கொல்லி வைரஸில் உள்ள DNA மூலக்கூறு 100 மைக்ரான்கள் நீளமும், 2 இலட்சம் நியூக்ளியோடைடுகளையும், 100 மாறுபாடான புரதங்களை உண்டாக்கும் அளவிற்குச் சங்கேதங்களையும் பெற்றுள்ளன. பாக்டீரியத்தில் வைரஸ்

உண்டாக்கும் விளைவு என்னவென்று பாக்டீரியாக்களை அகார் வளர்ப்பிலிருந்து (agar cultures of bacteria) அறிந்துகொள்ளலாம். ஒவ்வொரு வைரஸிலும் ஒரு பகுப்புப்பகுதி (region of lysis) உண்டாக்குகிறது. இது மாறுபாடான சடுதிமாற்றங்களில் பிரத்தியேகமான பண்புகளுடன் காணப்படுகிறது. பல பாக்டீரியாக்களின் வகைகளில் சோதனை செய்யப்பட்டபொழுதும் இதே மாதிரி முடிவுகளைத் தந்தன. இப்பொழுது கிடைக்கும் முறைகளின்படி, பத்தில் ஒன்று முதல் 10 வரையிலான எம். ஹயாஷி, எம். என். ஹயாஷி, எஸ். ஸ்பீஜெல்மேன் (S Spiegelman) மீள் சேர்க்கைகளை உண்டாக்கலாம் என்று கூறுகிறார்கள்.

பாக்டீரியாக் கொல்லி வைரஸ் என்பது ஒருமய உயிரினம். இதில் ஒரு குரோமோசோம் உள்ளது. பாக்டீரியத்தை இரு சடுதி மாற்ற வைரஸ்களினால் தாக்க முடியும். அதனால் இரு வைரஸ்களின் DNA மூலக்கூறுகளும், பாக்டீரிய செல்லினுள் இணைகின்றன. இவ்வாறான நுண்ணிய ஆராய்ச்சிகளினால் மூலக்கூறு மட்டத்தினை அணுகக்கூடிய மரபியல் படங்களை (genetic maps) உண்டாக்கலாம்.

இவ்வித ஆராய்ச்சிகளினால் DNA மூலக்கூறுக்கும் மாறுபட்ட மரபியல் செயல்களுக்கும் உள்ள உறவுமுறையினைக் குறிக்கப் பல புதிய பெயர்கள் வழங்கப்பட வேண்டும்:

(1) ரிகான் (recon) என்பது மீள்சேர்க்கையின் ஓர் அலகாகும். இதன் குறைந்த அளவு செயல் DNA சங்கிலியில் அருகருகே உள்ள நியூக்ளியோடைடுகளுக்கு இடையேயுள்ள தூரத்திற்கு ஒப்பானது.

(2) மூடான் (muton) என்பது சடுதிமாற்றத்தின் ஓர் அலகாகும். இதன் மிகச் சிறிய செயல் நியூக்ளியோடைடு ஜதையின் மாறுதலுக்கு ஒப்பானது. மும்மெழுத்துச் சங்கேதத்தில் உள்ள ஒரு பேஸ் மாறினால், இது கோடன் கொண்டு செல்லும் செய்தியை மாற்றி, மாறுபட்ட அமினோ அமிலத்தை உண்டாக்கும்.

(3) ஸிஸ்ட்ரான் (cistron) என்பது ஜீனில் உள்ள ஒரு செயல் அலகாகும் (a unit of function). உதாரணமாக, கோலன் பாக்டீரியாவில் டிரிப்டோஃபேன் ஸின்தெடேஸ் (tryptophane synthatase) என்னும் நொதியினை உண்டாக்கக்கூடிய ஜீனில் ஒவ்வொன்றும் ஒரு பாலிபெப்டைடு சங்கிலியுடைய நொதியினை உண்டாக்கக்கூடிய AB என்ற ஸிஸ்ட்ரான்களைப் பெற்றுள்ளது.

முன்பு மாறுபட்ட ஸிஸ்ட்ரான்களால் ஏற்பட்டவை என்ற செயல்கள் இப்பொழுது ஜீனுக்கு உள்ளே அமைந்த பொருள் களின் இரட்டித்தலால் (complementation) ஏற்படுகிறதென்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. ஸிஸ்ட்ரான் என்ற பெயருக்குப் பதிலாகக் காம்ப்ளான் (complon) என்ற பெயர் வைக்கப்படுகிறது. செயல் திறம் பெற்ற தொகுதிகளின் இரட்டிக்கக்கூடிய இரண்டும், அதற்கும் மேற்பட்ட பாலிபெப்டைடு சங்கிலிகளால் சில நொதிகள் உண்டாகின்றன. இப்படியாக, இரட்டித்தலால் ஒவ்வொரு பாலிபெப்டைடு சங்கிலியிலும் காணப்படும் குறையோ (deficiency) மாற்றமோ (alteration) இரத்து செய்யப்பட்டு விடுகிறது (cancelled).

சமீபத்தில் ரெப்ளிகான் (replicon), ஆபரேடர் (operator) என்ற சொற்கள் பெரிய இரட்டித்தல் அலகிற்குப் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. ஓபெரான் (operon) என்பது DNA மூலக்கூற்றின் பல ஜீன்கள் அடங்கிய ஒரு பகுதி. இவை யாவும் சேர்ந்து ஒரு குரோமோசோமினை உண்டாக்குகின்றன. இப்படியாக பாக்டீரி யத்தில் உள்ள குரோமோசோம் ஓர் இரட்டித்தல் அலகினைப் பெற்றுள்ளது. பல செல்களுடைய பெரிய தாவரங்களில் பல இரட்டித்தல் அலகுகள் காணப்படும்.

இன்றைய கருத்தில் ஜீன் என்பது குறிப்பிட்ட நொதிகளை உண்டாக்கக்கூடிய சங்கேதம் பெற்ற குரோமோசோம் பகுதி ஆகும். இத்தகைய மரபியல் பகுதி சடுதிமாற்றத்திலும், மீள் சேர்க்கையிலும் சிக்கலான அமைப்புப் பெற்றது. ஜீனினைப் பல ரிகான்-முடான்கள் என்றும், சில சமயங்களில் சில ஸிஸ்ட் ரான்கள் என்றும் பிரிக்கலாம்.

ஜீன் செயலினை ஒழுங்குபடுத்துவது (Regulation of Genic Action): இதுவரை ஜீனின் அமைப்பைப் பற்றித் தெரிந்துகொண்டோம். இதனால் DNA மூலக்கூற்றின் சங்கேதம் பெற்ற தகவலைக் குறிப் பிட்ட அமைப்பினையுடைய புரத மூலக்கூறாக மாற்றப்படுகிறது என்று அறிகிறோம். இதுவரை RNA-யின் சேர்க்கைச் செயல் DNA-யினால் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நிலையான செயல்கள் நடை பெறுகின்றன என்று கண்டோம். இப்பொழுது ஜீன் தொகுதி களின் (genome) அமைப்பு ஜீன்கள் மற்றப் பகுதிகளினாலோ, அல்லது வெளிக்காரணிகளினாலோ எவ்வாறு மாற்றப்படுகின்றன, சைடோபிளாசத்தில் எத்தகைய மாறுதல்கள் நிகழ்கின்றன என்பதைக் காண்போம்.

ஒழுங்குபடுத்துதல் (regulation) என்பது உயிரினத்தின் அடிப் படையான பண்பு. இது மாறும் சூழ்நிலையின் தக அமைவுடனும், வளர்ச்சி மாறுபாடுகளுடனும் தொடர்பு உடையது.

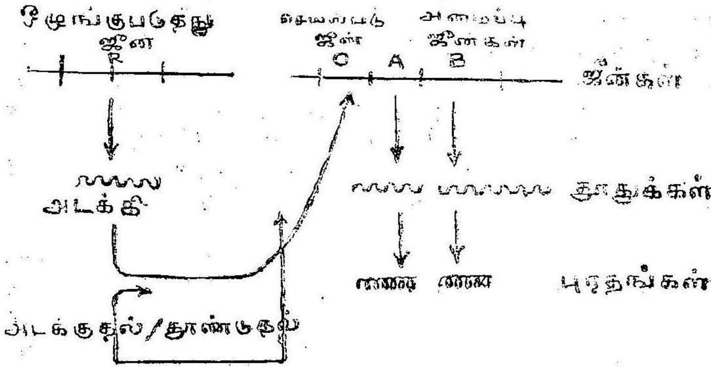
நொதித்தூண்டுதலும் அடக்கு முறையும் (Enzyme Induction and Repression): சில நுண்ணுயிரிகளின் ஊட்ட ஊடகத்தில் குறிப் பிட்ட சில பொருள்களைச் சேர்த்தால், அவற்றின் நொதிச்செயல் முறைகளை மாற்றலாம் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. உதாரண மாக, குளுகோஸ் ஊடகத்தில் வளர்க்கப்பட்ட ஈஸ்ட் செல்களில் கேலக்டோஸைமேஸ் (galactozymase) நொதித் தொகுதி இருப்ப தில்லை. சில நாள்களுக்குப் பிறகு இந்த ஊடகத்தில் சர்க்கரை யைச் சேர்த்தால், கேலக்டோஸைமேஸ் நொதிச்செயல்கள் அதிக மாகி, அதே ஈஸ்ட் செல்கள் கேலக்டோஸைமேஸைப் பயன்படுத்த ஆரம்பிக்கின்றன. இச் செயல் நைட்ரஜன் உள்ளபோதும் இல் லாதபோதும் நடைபெறுகிறது. நைட்ரஜன் இல்லையானல், செல்பகுப்பு நடைபெருமல், அதன் விளைவாகச் சிறப்பான செல் தேர்வு நடைபெறுவதில்லை. இதற்கு நொதித் தகஅமைவு அல்லது நொதித்தூண்டுதல் என்று பெயர். இப் பண்பு சில செல்களின் பகுப்புகளினல் உண்டாகியதல்ல; ஆனல், இஃது உண்மையான செல் மாறுதலாகும். தூண்டும்பொருள் (inducer) இல்லாம லிருந்தால், நொதிப்பொருள் குறைந்து, தகஅமைவு மீள்தன்மை உடையதாக இருக்கலாம். நொதித் தகஅமைவினல் புதிய புரதம் உண்டாக்கப்படுகிறதென்று கதிரியக்க (radio-active) அமினே அமிலங்களைப் பயன்படுத்திக் கண்டுபிடித்தார்கள்.

கோலன் பாக்டீரியத்தில் பீட்டா கேலக்டோஸைடேஸ் (β-galactosidase) பற்றிய ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டன. நொதியின் தூண்டும்பொருளும், செயல்புரியும் தளப்பொருளும் (substrate) ஒரே மாதிரியாகவோ மாறுபட்டோ காணப்படும். எல்லாத் தூண்டும்பொருள்களும் தளப்பொருள்களாகா; எல்லாத் தளப் பொருள்களும் தூண்டும்பொருள்களாகா. உதாரணமாக, மிதில் பீட்டா - டி - கேலக்டோஸைடு (methyl β D-galactoside) ஒரு தூண்டும்பொருள்; ஆனல், அஃது ஒரு தளப்பொருள் அல்ல, ஆனல், ஃபீனைல்-பீட்டா-டி-கேலக்டோஸைடு (phenyl-β-D-galactoside) ஒரு தளப்பொருள். ஆனல், அஃது ஒரு தூண்டும் பொருள் அல்ல. மேற்கண்ட கண்டுபிடிப்புகளினல் எந்தவொரு பொருளும் வளர்ச்சிக்குக் காரணமானது அல்லவென்றும், இரு பொருள்களும் சேர்ந்த ஊடகத்தில் இயல்பான வளர்ச்சி நடைபெறுகின்றது என்றும் அறிகிறோம். இதனல் நொதித் தகஅமைவு என்பது தூண்டப்பட்ட நொதிச் சேர்க்கை (induced enzyme synthesis) என்ற கருத்தாக மாறியது.

நொதித்தூண்டுதலுக்கு எதிர்மறைச் செயலான நொதி அடக்கு முறை கடந்த 10 ஆண்டுகளாகத் தெரிய வந்துள்ளது. எஸ்கீரிகியா கோலி பாக்டீரியத்தில் டிரிப்டோஃபேன் ஸிந்தெடேஸ் (tryptophane synthetase) என்னும் நொதியின் சேர்க்கைச் செயல் டிரிப்டோஃபேனும், அது போன்ற பொருள்களினுலும் (analogues) குறைக்கப்படுகிறது. நொதி அடக்கு முறை நொதித்தூண்டு தலில் உள்ளதைப்போல வரிசையான நொதிகள் தொடர்ந்த வளர்சிதை மாற்ற நிலைகளில் செயல்படுவதனுல் ஏற்படுகிறது. செல் செயலினை ஒழுங்குபடுத்துவதில் இச் செயலின் முக்கியத்து வத்தை உணரலாம். ஆய்வுகள் அனைத்திலும் உயிரிச்சேர்க்கை (biosynthesis) வரிசையிலிருந்து உண்டாகிய பொருள்கள் (end products) யாவும், அவற்றில் ஈடுபட்ட நொதிகளின் சேர்க்கையை (synthesis of the enzymes) அடக்குகின்றன.

ஒழுங்குபடுத்தும் ஜீன்கள் (Regulator Genes) : கொடுக்கப் பட்டுள்ள நொதியின் அமைப்பினைத் தெரிந்துகொண்டு எல்லா ஜீன்களும் செயல் புரிவதில்லை என்று சமீப காலத்தில் பாக்டீரியாக் களிலிருந்து செய்த ஆய்வுகளிலிருந்து தெரிகிறது. சில ஜீன்கள் மற்ற ஜீன்களின் செயல்களை ஒழுங்குபடுத்துகின்றன. இவற்றிற்கு ஒழுங்குபடுத்தும் ஜீன்கள் என்று பெயர். இவை இயல்பாக உள்ள அமைப்பு ஜீன்களிலிருந்து (structural genes) மாறுபட்டவை. ஒழுங்குபடுத்தும் ஜீனில் சடுதிமாற்றம் ஏற்பட்டால், குறிப்பிட்ட நொதியின் பண்பு மாற்றப்படுவதில்லை ; நொதி மறைந்து போவ தில்லை. ஆனுல், சடுதிமாற்றம் நொதிச்செயலைப் பெரிய அளவில் மாற்றுகிறது அல்லது நொதிச்சேர்க்கையின் நிலையை மாற்று கிறது. உதாரணமாக, எஸ்கீரிகியாகோலி பாக்டீரியத்தில் டிரிப் டோஃபேன் ஸிந்தெடேஸ் நொதி, பீட்டா கேலக்டோஸைடேஸ் ஆகிய நொதிகளின் அளவு, பிரத்தியேகமான ஒழுங்குபடுத்தும் ஜீன்களினுல் மாற்றப்படலாம். தூண்டுதலிலும் அடக்குதலிலும் உள்ள சூழ்நிலை அறிகுறியில் (enviornmental signals) இணக்கம் உண்டுபண்ணுவதாக இத்தகைய ஒழுங்குபடுத்தும் ஜீன்கள் உள்ளன. செயல்படு ஜீன் (operator gene, என்று கூறப்பட்ட ஜீன் தொகுதிகளின் ஒரு சிறப்புப் பகுதியில் (special part of genome) பெரிய மூலக்கூறினுல் (Macro-molecule) ஆகிய அடக்குப்பொருள் (repressor) மூலம் ஒழுங்குபடுத்து ஜீன் செயலாற்றுகிறது. புரதத்திற்கு அனுப்பப்படும் தகவல் வீதத்தினை இந்த ஒழுங்கு படுத்து ஜீன்கள் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்று எஃப். ஜேகப் (F. Jacob), ஜே. மோனுட் (J. Monad, 1961) என்பவர்கள் கண்டு பிடித்தார்கள். ஒரு தனிப்பட்ட ஒழுங்குபடுத்து ஜீன் பல புரதங் களின் சேர்க்கையைப் பாதிக்கும். ஆனுல், அமைப்பு ஜீன் என்பது

ஒரு ஜீன் - ஒரு நொதித் தத்துவத்திற்குக் கட்டுப்பட்டு அமைந்திருக்கும். உதாரணமாக, டிரிப்டோஃபேன் ஸிந்தெடேஸ் நொதி உண்டாக்குவதை ஒழுங்குபடுத்தும் ஜீன், டிரிப்டோஃபேன் உயிரிச் சேர்க்கையின் முன் நிலைகளுக்கு (early steps) வேண்டிய மற்ற நொதிகளையும் ஒழுங்குபடுத்துகிறது.



வளர்சிதைமாற்றப்பொருள்கள்

படம் 88

ஆபெரான் என்னும் செயல்படு ஜீன் (Operator Genes-Operon) : ஒழுங்குபடுத்தும் ஜீன் அமைப்பு ஜீனிற்கு அருகிலேயே அமைந்திருக்க வேண்டும் என்பதில்லை. இடையேயுள்ள சைடோபிளாசம் இல்லாமல், ஜீன்தொகுதிகள் மட்டத்தில், மற்றொரு வகை ஒழுங்குபடுத்தும் ஜீன் அமைப்பு ஜீனை நேரிடையாக ஒழுங்குபடுத்துகிறது. இதுதான் செயல்படு ஜீன் என்பது.

செயல்படு ஜீன் அதனுடன் தொடர்புடைய பல அமைப்பு ஜீன்களைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. உதாரணமாக, ஹிஸ்டிடின் உயிரிச் சேர்க்கையில் (histidine biosynthesis) சம்பந்தப்பட்ட எல்லா ஜீன்களும் ஒரு செயல்படு ஜீனினுல் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன என்று ஜேகப், மோனுட் என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். செயல்படு ஜீனிற்கும் அதனுடைய கட்டுப்பாட்டிற்குள் அடங்கிய ஜீன் தொகுதிகளுக்கும் ஆபெரான் என்ற பெயரை மேலே கூறிய அறிஞர்கள் வைத்தார்கள். இதில் பல ஜீன்கள், ஸிஸ்ட்ரான்கள் இருப்பதனுல், அவற்றைவிட ஆபெரான் பெரியது. ஒழுங்குபடுத்து செயல்படு ஜீன்கள் DNA-யினுல் ஆகியவை. அவை மீள்சேர்க்கை அடைகின்றன ; குரோமோசோமில் உள்ளன.

ஜீன் கட்டுப்பாட்டின் செயல் முறை: (Mechanism of Gene Regulation): ஜீன் ஒழுங்குபடுத்துச் செயல் முறையில் வளர்சிதை மாற்றப்பொருள் (metabolite) எவ்வாறு செயல்படுகிறது? ஒழுங்கு படுத்து ஜீன் உண்டாக்கிய அடக்குப்பொருளுடன் சேர்ந்து, வளர்சிதை மாற்றப் பொருள் செயல்படுகிறது; இவ்வாறாக, செயல்படு பொருளின்மேல் வளர்சிதைமாற்றப் பொருளின் செயலினைத் தடுக்கிறது. இதனால் அமைப்பு ஜீன்களின் செயல்கள் துரிதமடைந்து (acceleration), அதிக அளவிலான mRNA உற்பத்தியாகி, அதிகமான நொதிகளோ புரதங்களோ சேர்க்கப்படுகின்றன. இந்த வளர்சிதை மாற்றப்பொருள் முற்றுப்பெறாத அடக்குப்பொருளுடன் சேர்ந்து, செயல்படு ஜீனின் செயலினைக் குறைக்கிறது. இதனால் அமைப்பு ஜீன்களின் செயல்கள் குறைந்து mRNA புரதம் உண்டாவது குறைகின்றது.

நொதிகள் சைடோபிளாசத்தில் உண்டாகின்றன. இருந்த போதிலும் அதன் அமைப்பு, செயல் அளவு, உற்பத்தி இவற்றை ஜீன்கள் கட்டுப்படுத்துகின்றன. வளர்சிதை மாற்றப்பொருள்களும், அடக்கு மூலக்கூறுகளும் ஒன்றாகச் செயல்படுவதன் மூலம் சைடோபிளாசம் ஜீன் தொகுதிகளின்மேல் செயலாற்றுகிறது.

மாறுபட்ட ஜீன்களின் தகுந்த சமநிலையே இயல்பான வளர்ச்சியையுடைய ஒரு செல்லினையோ, ஓர் உயிரினத்தையோ உண்டாக்க முடியும். மனிதனின் குரோமோசோம் தொகுதிகளில் ஒரு குரோமோசோம் எண்ணிக்கையில் அதிகமானாலும், இயல்பிற்கு மாறான வளர்ச்சியும், நரம்புத் தொகுப்பில் (nervous system) மிகப் பெரிய அமைப்பு மாறுபாடும் நிகழும். கேன்ஸர் நோயுற்ற செல்களில் (cancer cells) மரபியல் சமநிலையின்மை (imbalance) உண்டாகிறது. சில பாக்டீரியாக்கொல்லி வைரஸ்களும் சில சமயங்களில் ஜீன்களை ஒழுங்குபடுத்துகின்றன.

பரிணாம மட்டத்தின் உயர்நிலையில் உள்ள உயிரினங்களில் ஹிஸ்டோன்கள் (histones) ஜீன் ஒழுங்குபடுத்துதலில் ஈடுபடுகின்றன. நியூக்ளியஸிலும், தனியாகப் பிரித்தெடுத்த RNA பாலிமெரேஸ் தொகுப்பிலும் (RNA polymerase system) RNA சேர்க்கை, ஹிஸ்டோன்கள் சேர்த்ததனால் குறைவாக நடைபெறுகிறதென்று வி. ஜி. ஆல்ஃப்ரே (V. G. Alfrey) என்பவரும், ஏ. ஈ. மிர்ஸ்கி (A. E. Mirsky, 1963) என்பவரும் கண்டுபிடித்தார்கள்.

ஜீன் ஒழுங்குபடுத்துதல் பிரச்சினையுடன் நியூக்ளியோசைடோபிளாச எதிர்ச்செயல்களும், நியூக்ளியஸ்-சைடோபிளாசத்திற்

கிடையே போகவர இருக்கும் புரதங்கள் அமைந்திருப்பதும், தொடர்புமுடையவை.

பாக்டீரியாவில் இருப்பதைவிட உயர்வகை உயிரினங்களில் அமைப்பு ஜீன்களைவிட ஒழுங்குபடுத்து ஜீன்கள் அதிகமாக உள்ள நியூக்ளியஸ் அமைப்புக் காணப்படுகிறது. பாலுண்ணிகளின் நியூக்ளியஸில் உள்ள பெரும்பாலான RNA-க்கள் அடக்குப் பொருள்களாக உள்ளன. அமைப்பு ஜீன்களுடன் அடக்குப் பொருள்கள், ஹிஸ்டோன்கள், செயல்படுபொருள்கள் ஆகியவை பயனுள்ள வகையில் செயல்பட நியூக்ளியஸ் அமைந்துள்ளது என்று கருதப்படுகிறது என்று ஜி. பான்டிகார்வோ, 1963, ஜே. எல். ஸிர்லின் (J. L. Serlin, 1963) என்பவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள்.

செல் என்பது, சேர்க்கைச் செயல்முறைகளுக்கான சிக்கலான அமைப்புடைய போக்குவரத்துகளை ஒழுங்குபடுத்தும் பொருள்களுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள, பெரிய மூலக்கூறுகளின் தொகுதியினால் ஆக்கப்பட்டது என்று ஜே. எல். ஸிர்லின் கூறுகிறார். பெரிய மூலக்கூற்று அமைப்பில் உள்ள மாறுபட்ட பகுதிகளை இணைக்கக்கூடிய சிக்கலான ஒழுங்குபடுத்தும் வலையமைப்புகளைச் செயல்படுத்தாமல், உயிரினங்கள் பிழைக்கவும் பெருக்கம் அடையவும் முடியாது.

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

(Bibliography)

1. 'இறையனார் அகப்பொருள் உரை—கழக உரை', சைவ சித்தாந்த நூற்பதிப்புக் கழகம், திருநெல்வேலி.
2. சுந்தரம், எஸ். 1967—'தாவரங்களின் வாழ்வியல்', தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம், தமிழ்நாடு அரசாங்கம், சென்னை-1.
3. சுவாமி, பி. எல்.—'சங்க இலக்கியத்தில் செடி கொடியியல்', சைவ சித்தாந்த நூற்பதிப்புக் கழகம், திருநெல்வேலி.
4. பாலச்சந்திர கணேசன், கே. ஆர்.—'தாவரப் புற அமைப்பியல்', தமிழ்நாட்டுப் பாட நூல் நிறுவனம், சென்னை-31.
5. பாலச்சந்திர கணேசன், கே. ஆர்.—'சூழ்நிலையியல், பரிணாமம், மரபியல்,' தமிழ்நாட்டுப் பாட நூல் நிறுவனம், சென்னை-31.
6. மார்க்கபந்து சர்மா, எஸ். ஆர். 1961—'குறிஞ்சிப் பாட்டு,' தொல்காப்பியர் நூலகம், சென்னை-1.
7. வரதராசன், மு.—'குறுந்தொகைச் செல்வம்', பாரி நிலையம், சென்னை-1.
8. வரதராசன், மு.—'நெடுந்தொகைச் செல்வம்', பாரி நிலையம், சென்னை-1.
9. Arnold, A., 1912—'Herbels' University Press, Cambridge.
10. Barton-Wright, E. C., 1933—'Recent Advances in Plant Physiology', Churchill, London.
11. Bold, H. C., 1968—'The Plant Kingdom', Foundations of Modern Biology Series.

12. Bourne., C. H., 1964— 'Cytology and Cell Physiology', Academic Press, New York, London.

13. Bower, F. O, 1939— 'Botany of the Living Plant', Macmillan, London.

14 Brachet, J. and Mirsky, A. E.— 'The Cell', Vol. I to VI, Academic Press, New York, London.

15. Buchanan, R. E. and Buchanan, E.D., 1967-'Bactriology', Oxford and I. B. H. Publishing Co. Calcutta.

16. Cronquest, 1968—'The Evolution and Classification of Flowering Plants Riverside Studies in Biology', Thomas Nelson & Sons, 36 Park Street, London.

17. Davis and Heywood, 1965—'Principles of Angiosperm Taxonamy', Oliver & Boyd, Edinburgh, London.

18. De Candolle, A., 1967 —'Origin of Cultivated Plants', Hofner Publishing Company, New York and London.

19. Devlin, R. M., 1969—'Plant Physiology', Von Nostrand Renihold Company, New York, London.

20. Esauk, 1953— 'Plant Anatomy', John Wiley & Sons I.N.C., New York, London.

21. Evelyn, Cecil, 1910— 'A History of Gardening in England', Dutton, New York.

22. Fuller, H. J. & Carothers, Z. B., 1967 — 'The Plant World', Holt Rinehart & Winsten I. N. C., New York.

23. Fuller, H. J. and Tippoo, 1968— 'College Botany', Oxford & I. B. H. Publishing Co., Calcutta.

24. Graubard, M., 1965—'The Foundations of Life Sciences', Van Nostrand East West Press.

25. Green, J. R. 1914 —'A History of Botany' Dent & Sons, London and Toronto.

26. Green, J. A.,—'A History of Botany, 1860-1900', Clarenden Press, Oxford.

27. Hawks, E., 1928—'Pioneers of Plant Study', Shelldon Press, London, Macmillan, New York & Toronto.

28. Heald, F.D., 1933— 'Manual of Plant Diseases', McGrow Hill, New York, London.

29. Heard, G., 1937—'The Source of Civilisation', Harper, New York.

30. Heslop, J. Harrison, 1967—'New Concepts in Flowering Plant Taxonomy', Heinmann, London.

31. Haywood, 1968—'Modern Methods of Plant Taxonomy', Academic Press, London.

32. Hudson, G. F., 1931—'Europe and China', Arnold, London.

33. Knight, C. B., 1968—'Basic Concepts of Ecology', The Macmillan Company, New York.

34. Large, E. C., 1940—'The Advance of Fungi', Hold, New York.

35. Lawrence, G. H. M., 1969—'Taxonomy of Vascular Plants', Oxford I.B.H. Publishing Company, Calcutta, Bombay, New Delhi.

36. Maclean & Ivycook—'Text Book of Theoretical Botony'.

37. Maheshwari, P., 1950—'An Introduction to the Embryology of Angiosperms', McGraw Hill Book Company, New York, London.

38. Maxinov, N., 1929—'The Plant in Relation to Water', Macmillan, New York.

39. Marrel 'Evolution and Genetics.'

40. Mundkur, B. B., 1967—'Fungi and Plant Diseases', Macmillan & Co., Limited, London.

41. Porter, C. L., 1969—'Taxonomy of Flowering Plants', Eurasia Publishing House Private, Limited, New Delhi.

42. Pveston, R. D., 1963—'Advances in Botanical Research', Academic Press, London.

43. Rendel, A. B., 1967—'The Classification of Flowering Plants', Vol. I & II, Cambridge at the University Press.

44. Ruthmoore, 1969—'Evolution', Time Life International, New York.

45. Sacus—'A History of Botany', 1530 - 1860.

46. Sharp, L. W., 1926—'An Introduction to Cytology', McGraw Hill, New York.

47. Scientific American Resource Library—'Readings in Life Sciences', Vol. 1 to 6.

48. Sinnot Dunn & Dobzansky, 1958—'Principles of Genetics', MacGraw Hill Book Company, New York.

49. Sinnot and Wilson, 1963—'Botany', MacGraw Hill Book Company I.N.C., New York.

50. Smith K. M. 1965—'The Biology of Viruses', London Oxford University Press, New York, Toronto.

51. Smith, G. M., 1955—'Cryptogamic Botany', Vol. I and II, Macgraw Hill Book Company I.N.C., New York.

52. Sokal, R. R., Sneela P.H.A., 1963—'Principles or Numerical Taxonomy', W. H. Freeman & Company, London.

53. Stebbins G.L., 1968—'Variation and Evolution in Plants', Oxford and I. B. H. Publishing Co., Calcutta.

54. Steward, F. C., 1967—'Plants at Work', Addison-Wesley Publishing Company.

55. Steward, F. C.—'Plant Physiology a Treatise', Vol. I. A., Academic Press, New York, London.

56. Strickburger, M.W., 1968—'Genetics', The Macmillan Company, New York, London.

57. Sultan, H. E., 1966—'Genes Enzymes and Inherited Diseases', Holt Rinehart and Winston, New York.

58. Swain, T., 1963—'Chemical Plant Taxonomy', Academic Press, London, New York.

59. Takhjajan, A., 1969—'Flowering Plants Origin and Dispersal', Oliver and Boyd Ltd., Tweedle Court, Edinburgh.

60. Walker, J. C., 1969—'Plant Physiology', MacGraw Hill Book Company, New York.

61. Wilson, C. L. and Loomis, W. E., 1962—'Botany', Holt Rinehert & Wilson, I. N. C., New York.

62. Wright Richardson, 1934—'The Story of Gardening', Dodd Meed, New York.

கலைச்சொற்கள்
(Glossary)

A

Abiogenesis	—	உயிரிலிப் பிறப்பு
Absorption	—	உறிஞ்சுதல்
Acceptor	—	ஏற்பான்
Acid	—	அமிலம்
Active transport	—	உயிர்ப்புப் பெயர்ச்சி
Adaptation	—	தகஅமைவு
Aecidiospores	—	இஸிடியோஸ்போர்ஸ்
Aecidium	—	இஸிடியம்
Aerobe	—	காற்றுச்சுவாசி
Affinity	—	உறவு முறை
Agriculture	—	வேளாண்மை
Albumen	—	ஆல்புமின்
Alburnum	—	வெண்கட்டை
Alcohol	—	ஆல்கஹால்
Algae	—	பாசிகள்
Alkalies	—	காரங்கள்
Almond	—	பாதாம்
Alpha	—	ஆல்ஃபா
Alternation of generation	—	சந்ததி மாற்றம்
Amino acid	—	அமினோ அமிலம்
Anabolism	—	வளர்மாற்றம்
Anaerobe	—	காற்றிலிச்சுவாசி
Anaphase	—	பிரிநிலை
Anatomy	—	உள்ளமைப்பியல்
Aneuploidy	—	அனுபிளாய்டி
Angiosperms	—	பூக்கும் தாவரங்கள்
Angstorm	—	ஆங்ஸ்ட்ராம்

Antibodies	—	நோய் தடுப்புப் பொருள்கள்
Antheridium	—	ஆந்தெரிடியம்
Anthocyanin	—	ஆந்தோசயானின்
Apogamy	—	அபோகமி
Aqueous solution	—	நீர்த்த கரைசல்
Archaeology	—	தொல்பொருளியல்
Archegonium	—	ஆர்கிகோனியம்
Ascogonium	—	ஆஸ்கோகோனியம்
Ascomycetes	—	ஆஸ்கோமைஸீட்ஸ்
Ascus	—	ஆஸ்கஸ்
Asexual	—	பாலிலா
Assimilation	—	தன்மயமாதல்
Astronomy	—	வானநூல்
Atmosphere	—	வளி மண்டலம்
Atom	—	அணு
Autoradiography	—	ஆடோரேடியோகிராஃபி
Autotrophs	—	சுயஜீவிகள்
Auxin	—	ஆக்ஸின்
Axoplasm	—	ஆக்ஸோபிளாஸம்

B

Bacteria	—	பாகடிரியா
Bacteriology	—	பாக்டிரியாவியல்
Bark	—	பட்டை
Bases	—	காரங்கள்
Basidiomycetes	—	பெஸிடியோமைஸீட்ஸ்
Basidium	—	பெஸிடியம்
Basophilie	—	கார விரும்பி
Biennials	—	இரு பருவத் தாவரங்கள்
Bio-chemistry	—	உயிரி வேதியியல்
Biogenesis	—	உயிர்வழிப் பிறப்பு
Biology	—	உயிரியல்
Bioplast	—	பையோபிளாஸ்ட்
Blight	—	கொலைநோய்
Bordered pits	—	வரம்புடைக் குழிகள்
Bract	—	பூவடிச் செதில்
Bracteole	—	பூக்காம்புச் செதில்
Brownian movement	—	பிரௌனியன் இயக்கம்
Bryophyte	—	பிரையோஃபைட்டு

Budding — அரும்புதல்
Bulb — குமிழம்

C

Capillarity — நுண்துளையீர்ப்பு
Carbohydrate — கார்போஹைட்ரேட்
Carpel — சூலக இலை
Carotene — கரோடின்
Catalyst — வினையூக்கி
Catkin — கேட்கின்
Cavities — குழைவுகள்
Cell-division — செல் பகுப்பு
Cell-membrane — செல் சவ்வு
Cell-physiology — செல் செயலியல்
Cell-plate — செல் தட்டு
Cellulose — செல்லுலோஸ்
Cell-wall — செல் சுவர்
Cenospecies — கூட்டினம்
Centrifuge — சென்ட்ரிஃபியூஜ்
Centriole — சென்ட்ரியோல்
Centrosome — சென்ட்ரோஸோம்
Chaemosynthesis — வேதிச்சேர்க்கை
Chalaza — சூலடி
Chemistry — வேதியியல்
Chitin — கைடின்
Chlorophyceae — பசும்பாசிகள்
Chlorophyll — பச்சயம்
Chloroplast — பசுங்கணிகம்
Chlorosis — பச்சய நீக்கம்
Chondriosome — கோண்டிரியோஸோம்
Chromatin — குரோமேடின்
Chromatography — நிறமாலை அறிமுறை
Chromoplast — நிறக்கணிகம்
Chromosome — குரோமோசோம்
Cilium — அசையிழை
Circulation — சுழற்சி
Class — வகுப்பு
Code — சங்கேதம்
Codon — கோடன்
Coenzyme — இணைநொதி
Cohesion — கூட்டிணைவு

Cohort — பெருங்குடும்பம்
Coleoptile — விதை முளையுறை
Collenchyma — கோலன்கைமா
Colloid — கொலாய்டு
Column — தம்பம்
Compound — சேர்மம்
Concentration — செறிவு
Conduction — கடத்துதல்
Conidia — கொனிடியா
Conjugation — கான்ஜுகேஷன்
Copper sulphate — மயில்துத்தம்
Cork — கார்க்
Corm — கந்தம்
Cortex — புறணி
Cotyledon — வித்திலை
Cristae — கிரிஸ்டே
Cross — கலவி
Crossing over — மாறி இணைதல்
Cryptogams — பூவிலித் தாவரங்கள்
Crystal — படிகம்
Cuticle — க்யூடிகிள்
Cutin — க்யூடின்
Cyanophyeeae — பசுநீலப் பாசிகள்
Cyelosis — வட்ட ஓட்டம்
Cytochrome — சைடோகுரோம்
Cytogenetics — செல் மரபியல்
Cytokinesis — சைடோபிளாசப் பகுப்பு
Cytologists — செல்லியலறிஞர்கள்
Cytology — செல்லியல்
Cytoplasm — சைடோப்பிளாஸம்
Cytomembranes — சைடோ சவ்வுகள்
Cytoskeleton — செல் கூடு

D

Dark reaction — இருட்செயல்
Dehydrogenation — ஹைட்ரஜன் நீக்கம்
De oxy ribo nucllic acid (DNA) — டி ஆக்ஸிரிபோ நியூக்ளிக் அமிலம்
Dicotyledonae — இருவித்திலைத் தாவரங்கள்
Diffusion — பரவுதல்
Digestion — செரித்தல்

Dikaryon	—	இரட்டை நியூக்ளியஸ்கள்
Diploid	—	இருமயம்
Distribution	—	வியாபகம்
Division	—	பகுப்பு
Dominance	—	விஞ்சுதன்மை
Dry weight	—	உலர் எடை
Dye	—	சாயம்

E

Ecology	—	சூழ்நிலையியல்
Ecospecies	—	சூழ் இனம்
Ecotype	—	சூழ் வகை
Ectoplast	—	எக்டோபிளாஸ்ட்
Electron	—	எலெக்ட்ரான்
Electron transport	—	எலெக்ட்ரான் பெயர்ச்சி
Electrophoresis	—	எலெக்ட்ரோஃபோரிஸிஸ்
Elements	—	தனிமங்கள்
Embryo	—	கரு
Embryo culture	—	கரு வளர்ப்பு
Embryology	—	கருவியல்
Embryogeny	—	கருவளர் முறை
Embryo sac	—	கருப்பை
Endocarp	—	கனி உட்தோல்
Endodermis	—	எண்டோடெர்மிஸ்
Endoenzyme	—	அகநொதி
Endoplasm	—	எண்டோபிளாஸம்
Endoplasmic reticulum	—	எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை
Endosmosis	—	அகச்சவ்வூடு பரவல்
Endosperm	—	எண்டோஸ்பெர்ம்
Energy	—	ஆற்றல்
Enzyme	—	நொதி
Epidermis	—	புறத்தோல்
Epiphyte	—	தொற்றுத் தாவரம்
Equilibrium	—	சமன்பாடு
Ergastoplasm	—	எர்கஸ்டோபிளாஸம்
Evolution	—	பரிணாமம்
Excretory	—	கழிவு, எச்சம்
Exergonic reaction	—	ஆற்றல் வெளியீடு மாறுபாடு
Exine	—	வெளியுறை
Exoascus	—	எக்ஸோஆஸ்கஸ்
Eye-spot	—	கண் - புள்ளி

F

Factors — காரணிகள்
Facultative parasites — குறை ஒட்டுண்ணிகள்
Fat — கொழுப்பு
Fermentation — காடியாதல்
Ferns — பரணிகள்
Fertilisation — கருவுறல்
Fibre — நார், இழை
Fixation — நிலைப்பாடு
Flora — தாவர வளம்
Fossil — தொல்லுயிர்ப் படிமம்
Fractionation — தனித்துப் பிரித்தல்
Fungi — பூஞ்சைகள்
Fungicide — பூஞ்சைக்கொல்லி

G

Gamete — கேமிட்
Gametophyte — கேமிடோபைட்
Gamma — காம்மா
Gas — வாயு
Gaseous exchange — வாயுப் பரிமாற்றம்
Gel — ஜெல்
Gemmae — ஜெம்மே
Gene — ஜீன்
Generation — சந்ததி, தலைமுறை
Genetics — மரபியல்
Genotype — மரபு வகை
Genus — பேரினம்
Geography — புவியியல்
Geology — மண்ணியியல்
Geomorphology — புவி அமைப்பியல்
Germtube — வளர்குழாய்
Gland — சுரப்பி
Glucose — குளுகோஸ்
Glycogen — கிளைகோஜன்
Glycolysis — கிளிகாலிஸிஸ்
Golgibody — கால்கிபொருள்
Grana — கிரானு
Granules — நுண்மணிகள்

Gravitation — புவியீர்ப்பு
Gymnospermae — ஜிம்னோஸ்பெர்மே
Gynoccium — சூலகம்

H

Habit — வளரியல்பு
Habitat — வளரிடம், வாழ்விடம்
Haemoglobin — ஹீமோகுளோபின்
Haploid — ஒருமயம்
Harmone — ஹார்மோன்
Haustorium — உறிஞ்சு உறுப்பு
Heartwood — வைரக்கட்டை
Herb — சிறு செடி
Herbarium — தாவர உலர்பதனச் சேர்க்கை
Heredity — பாரம்பரியம்
Heteroecism — பல் இல்ல வாழ்வு
Heteroploidy — ஹிடரோபிளாய்டி
Heterostyly — வேற்றுருவ சூலகத்தண்டு தன்மை
Heterothallism — வேற்றுடலமியம்
Heterotrophs — பரஜீவிகள்
Host — ஓம்புயிர்
Hyaloplasm — ஹையலோபிளாஸம்
Hybrid — கலப்புயிர்
Hydroleucites — ஹைட்ரோலியூஸைட்டுகள்
Hydrolysis — நீர்ப்பகுப்பு
Hydrophilic — நீர்விரும்பி
Hydrophobic — நீர்விரும்பாத
Hydrophyte — நீர்த்தாவரம்
Hydrostatic pressure — நீர்மநிலை அழுத்தம்
Hypersensitivity — உயர் நுகர்வு
Hypha — பூஞ்சையிழை
Hypocotyl — வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு
Hypothesis — கோட்பாடு

I

Idioplasm — இடியோபிளாஸம்
Imbibition — உள்ளீர்த்தல்

Immunity — நோய் விலக்கு
Inflorescence — பூங்கொத்து, மஞ்சரி
Injection — ஊசி மூலம் செலுத்துதல்
Injestion — உட்செலுத்துதல்
Inorganic — அனங்கக
Insecticide — பூச்சிக்கொல்லி
Integument — சூலுறை
Intercellular — செல்களினிடையே
Internode — கணுவிடை
Interphase — இடைநிலை
Intessuception — இடைச்செருகல்
Intine — உள்ளுறை
Intra cellular — செல்லினுள்ளேயே
Invertebrata — முதுகெலும்பற்றவை
Ion — அயனி

K

Karyokinesis — நியூக்ளியஸ் பகுப்பு
Karyotype — கேரியோடைப்
Katabolism — சிதைமாற்றம்
Keratin — கெராடின்
Kinetic energy — இயங்கு ஆற்றல்
Kinetins — கினிடினின்
Kinetosome — கினிடோசோம்

L

Lamellae — அடுக்குகள்
Leaflet — சிற்றிலை
Leguminous plants — பயறுவகைத் தாவரங்கள்
Leueoplast — வெளிர் கணிகம்
Liane — பெருங்கொடி
Lichen — லைகன்
Lignin — லிக்னின்
Linkage — இணைவு
Lipid — லிபிட்
Liquid — நீர்மம்
Liver — கல்லீரல்
Lysosome — லைசோசோம்

M

Macronutrients — பெரு ஊட்டப் பொருள்கள்
Medium — ஊடகம்
Medullary ray — மெடுல்லரி ரே
Megaspore — மெகாஸ்போர்
Meiosis — குன்றல் பகுப்பு
Meristem — ஆக்குத்திசு
Mesophyte — இலை இடைத் திசு
Mesophyte — இடைநிலைத் தாவரம்
Metabolism — வளர்சிதை மாற்றம்
Metamorphosis — உருமாற்றம்
Metaphase — மையநிலை
Microbes — நுண்ணுயிர்கள்
Micro-biology — நுண் உயிரியல்
Microfibrils — நுண் இழைகள்
Micron — மைக்ரான் $\frac{1}{1000}$ மி. மீ.
Micronutrients — சிறு ஊட்டப் பொருள்கள்
Micropyle — சூல்துளை, விதைத்துளை
Microsome — மைக்ரோசோம்
Microscope — நுண்ணோக்கி
Mineral — கனிமம்
Mitochondria — மைட்டோகாண்டிரியா
Mitosis — மைடாசிஸ்
Modification — மாற்றுருவம்
Molecule — மூலக்கூறு
Molecular formula — மூலக்கூற்றுச் சூத்திரம்
Molecular Genetics — மூலக்கூற்று மரபியல்
Molecular weight — மூலக்கூற்று எடை
Monograph — தனி விவர நூல்
Monosaccharide — மானோ சாக்கரைடு
Morphology — புற அமைப்பியல்
Movement — இயக்கம்
Mushroom — காளான்
Mutation — சடுதிமாற்றம்
Mycelium — பூஞ்சை உடலம்
Mycology — பூஞ்சையியல்
Mycorhizal fungus — வேரிப்பூஞ்சை

N

Neurons — நரம்பு செல்கள்
Neurotubules — நியூரோடியூபூல்கள்
Node — கணு
Nucellus — சூல் திசு
Nuclear membrane — நியூக்ளியஸ் சவ்வு
Nuclear sap — நியூக்ளியார் சாறு
Nucleic acid — நியூக்ளிக் அமிலம்
Nucleolus — நியூக்ளியோலஸ்
Nucleus — நியூக்ளியஸ்
Nursery — நாற்றுப் பண்ணை
Nutrition — ஊட்டமுறை.

O

Obligate parasite — நிறை ஒட்டுண்ணிகள்
Ooeyst — ஊஸிஸ்ட்
Oogonium — ஊகோனியம்
Organelles — உள்ளுறுப்புகள்
Organic — அங்கக
Osmosis — சவ்வூடு பரவல்
Ovary — சூற்பை
Ovule — சூல்
Ovum — முட்டை, அண்டம்
Oxidation — ஆக்ஸிகரணம்
Oxygen — ஆக்ஸிஜன்

P

Palaenbology தொல்லுயிரியல்
Palaeobotany — தொல் தாவரவியல்
Palisade — பேலிசேடு
Palynology — மகரந்தவியல்
Parasite — ஒட்டுண்ணி
Parenchyma — பேரென்கைமா
Particles — துகள்கள்
Parthenogenesis — பார்த்திஞேஜெனஸிஸ்
Passive — உயிர்ப்பற்ற
Pathogen — நோயூக்கி
Pathology — நோயியல்
Pectin — பெக்டின்
Pectose — பெக்டோஸ்
Pentamerous — ஐந்தங்க
Perithecium — பெரிதீஸியம்

Permeability — செலுத்துத்திறன்
Petal — அல்லி இதழ்
Phaeophyceae — பழுப்புப்பாசிகள்
Phanerogamae — பூவடைத் தாவரங்கள்
Phenotype — தோற்ற வகை
Phloem — புளோயம்
Photoperiodism — ஒளிக்காலத்துவம்
Photosynthesis — ஒளிச்சேர்க்கை
Phototropism — ஒளிச்சார்பு இயக்கம்
Phyllotaxy — இலையடுக்கம்
Phylogeny — இன வரலாறு
Physiology — செயலியல்
Physics — இயற்பியல்
Pigment — நிறமி
Pit — குழி
Pith — பித்
Plant body — தாவர உடலம்
Plasma membrane — பிளாஸ்மா சவ்வு
Plasmodesmata — பிளாஸ்மோடெஸ்மேடா
Plasticity — நெகிழ்தன்மை
Plastid — கணிகம்
Pollen — மகரந்தம்
Polination — மகரந்தச் சேர்க்கை
Pollymerize — பாலிமெரைஸ்
Polymorphism — பல்லுருவமியம்
Precipitate — வீழ்படிவு
Prophase — முதல்நிலை
Protein — புரதம்
Protoplasm — புரோடோபிளாஸம்
Prothallus — புரோதாலஸ்
Protozoa — முன்னுயிரிகள்
Pruning — வெட்டும் முறை
Psychology — உளநூல்
Pteridophyte — டெரிடோஃபைட்டு
Putrefaction — அழுகல்
Pyrenoid — பைரினய்டு

Q

Quantasome — குவான்டசோம்
Quotient — கெகு எண்

R

Radial symmetry — ஆரச் சமச்சீர்
Radicle — முளை வேர்
Radioactivity — கதிரியக்கம்
Receptive spot — ஏற்கும் புள்ளி
Reducer — குறைப்பான்
Recessive — அடங்குதன்மையுடைய
Refractive index — ஒளி விலகல் எண்
Resin — ரெசின்
Respiration — சுவாசித்தல்
Resting stage — ஓய்வு நிலை
Retina — கண் திரை
Reversible reaction — மீள் வினை
Rhodophyceae — சிவப்புப் பாசிகள்
Ribonuclease — ரிபோ நியூக்ளியேஸ்
Ribonucleic acid (RNA) — ரிபோ நியூக்ளிக் அமிலம்
Ribosome — ரிபோசோம்
Root hairr — வேர்த்தூவி
Root nodules — வேர் முண்டுகள்
Root system — வேர்த் தொகுப்பு
Rust fungi — துருப் பூஞ்சைகள்

S

Saccharomyces — சாக்கரோமைஸிஸ்
Saliva — உமிழ்நீர்
Sanitation — துப்புரவு
Saprophyte — மட்குண்ணி
Seedling — நாற்று
Sepal — புல்லி இதழ்
Septum — தடுப்புச் சுவர்
Sexuality — பால்தன்மை
Shrub — புதர்ச்செடி
Sieve tube — சல்லடைக்குழாய்
Smut — ஸ்மட்
Soil — மண்
Solute — கரைபொருள்
Solvent — கரைப்பான்
Species — இனம்
Spectrum — நிறமாலை
Spectrum analysis — நிறமாலைப் பகுப்பு

Spectrography — நிறமாலையறி கருவி
Specificity — குறிப்புச் சார்பு
Sperm — விந்து
Spermatophyta — விதைத் தாவரங்கள்
Spermatozoid — ஸ்பெர்மடோஸோவாய்டு
Spinal chord — முதுகுத் தண்டு நாளம்
Spindle — கதிர்
Spontaneous — தான்தோன்றி
Sporangium — ஸ்போராஞ்சியம்
Sporoderm — மகரந்தத்தோல்
Sporophyll — ஸ்போரோபில்
Sporophyte — ஸ்போரோபைட்
Stamen — மகரந்தக் கேசரம்
Starch — மாவுப் பொருள்
Steroid — ஸ்டிராய்டு
Stigma — சூலகமுடி
Stomata — இலைத் துளைகள்
Stroma — ஸ்ட்ரோமா
Style — சூலகத் தண்டு
Sube-species — துணையினம்
Suction pressure — உறிஞ்சு அழுத்தம்
Sulphur — கந்தகம்
Surface tension — பரப்பு இழுவிசை
Symbiosis — கூட்டுயிர் வாழ்க்கை
Sylviculture — மரவளர்ப்பு
Symmetry — சமச்சீர்
Synergids — சினெர்ஜிட்டுகள்
Syngamy — சின்கமி
Synthesis — சேர்க்கை

T

Tannin — டான்னின்
Taxonomy — வகைப்பாட்டியல்
Telophase — இறுதிநிலை
Telescope — தொலைநோக்கி
Teleutospore — டெலியுடோஸ்போர்
Temperate — குளிர் மண்டலம், சீதள மண்டலம்
Temperature — வெப்பநிலை
Tendril — பற்றுக்கம்பி
Thalamus — பூத்தளம்

Theory — கொள்கை
Thermoperiodism — வெப்பக்காலத்துவம்
Tissue — திசு
Tonoplast — டோனோபிளாஸ்ட்
Topography — நிலக்கிடக்கை
Translocation — இடப்பெயர்ச்சி
Transpiration — ஆவிப்போக்கு
Tropics — வெப்ப மண்டலம்
Turgidity — விறைப்பு நிலை

U

Ultra-violet rays — புற ஊதாக் கதிர்கள்
Unit — அலகு

V

Vacuole — வாக்குவோல்
Vacuome — வாக்குவோம்
Vascular bundle — வாஸ்குலர் கற்றை
Vegetative — விதையிலா, உடல
Venation — நரம்பமைவு
Vernalisation — தட்பப்பதனம்
Vertebrata — முதுகெலும்புள்ளவை
Vesicle — வெஸிகிள்
Vessels — வெஸல்கள்
Virus — வைரஸ்
Viscosity — பாகுநிலை
Vitamin — வைடமின்

W

Wilting — வாடல்
Wood — கட்டை

X

Xanthophyll — ஸாந்தோஃபில்
Xerophyte — வறள் நிலத்தாவரம்
X-rays — எக்ஸ்-கதிர்கள்
Xylem — ஸைலம்

Z

Zinc — துத்தநாகம்
Zoosporangium — ஸூஸ்போராஞ்சியம்
Zoospore — ஸூஸ்போர்
Zygote — ஸைகோட்
Zymase — ஸைமேஸ்